RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DU CŒUR

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND
LIBRARY

Paris. — Société d'imprimerie Paul Dupont, 41, rue Jean-Jacques-Rousseau.

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DU CŒUR

SPÉCIALEMENT AU POINT DE VUE DU FONCTIONNEMENT
DES VALVULES AURICULO-VENTRICULAIRES

PAR

Le Dr MARC SÉE

AGRÉGÉ ET ANCIEN CHEF DES TRAVAUX ANATOMIQUES A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE,
CHIRURGIEN DE LA MAISON MUNICIPALE DE SANTÉ.

DEUXIÈME ÉDITION

ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND
LIBRARY.

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRIE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120

1883

AVANT-PROPOS

Quand, en 1874, je publiai dans les *Archives de physiologie* les résultats de mes recherches sur le fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires, j'avais préalablement soumis mes idées et mes préparations au jugement d'un grand nombre de physiologistes, d'anatomistes et de médecins. Fort de leur approbation unanime, je pensais qu'il suffirait de rendre mon travail accessible à tous pour obtenir également gain de cause auprès du grand public médical.

Grande était mon illusion. J'oubliais qu'une vérité ne saurait s'installer définitivement dans la science tant que l'erreur qui avait usurpé sa place n'en a pas été expulsée. C'est surtout pour accomplir cette besogne préliminaire que je me suis décidé à faire paraître cette seconde édition de mon mémoire, laquelle diffère surtout de la première par l'étendue que j'ai donnée à la partie critique.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b22413364

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DU CŒUR

INTRODUCTION

Parmi les problèmes si nombreux que soulève la physiologie du cœur, il n'en est point qui ait suscité plus de recherches et de controverses que celui qui est relatif au jeu des valvules auriculo-ventriculaires. Et cependant, malgré tant de travaux accumulés sur ce sujet, on constate avec regret, non seulement que l'accord est loin d'être fait parmi les observateurs, mais encore qu'aucune des théories proposées jusqu'à ce jour n'est véritablement satisfaisante : la science attend donc de nouveaux éclaircissements.

Comme le cœur joue dans l'organisme un rôle surtout mécanique, et qu'il peut être observé pour ainsi dire *à l'œuvre*, rien ne doit, semble-t-il, être plus facile que de déterminer avec précision le mode de fonctionnement de ses diverses parties. Il n'en est point ainsi, cependant : les mouvements du cœur s'exécutent avec une grande rapidité, et, pour les observer directement, il faut s'éloigner notablement des conditions physiologiques. Les plus importants de ces mouvements, d'ailleurs, ont pour siège des parties soustraites à la vue, sur l'animal vivant, et c'est à peine si le doigt ou les

Difficultés de l'observation des mouvements du cœur.

Sur le vivant.

instruments, introduits dans les cavités du cœur, peuvent donner quelques notions vagues sur les changements qui s'y opèrent.

Sur le cadavre.

D'autre part, étudier le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires sur le cadavre, en poussant un liquide à travers les cavités du cœur, c'est faire abstraction de la contraction musculaire; or, cette contraction n'est-elle pas incontestablement l'élément capital du problème à résoudre ?

Anatomie.

L'inspection anatomique, enfin, à laquelle nous devons des notions si précises et si certaines sur la physiologie des muscles en général, n'a fourni jusqu'ici que des résultats incomplets ou erronés en ce qui touche le cœur; mais cet échec de l'anatomie ne peut s'expliquer que par une observation défectueuse ou insuffisante.

Ancienneté des diverses méthodes d'exploration.

Ces diverses méthodes d'exploration ont été appliquées, sinon dès l'origine de la médecine, du moins immédiatement après la découverte de la circulation, et c'est avec étonnement qu'on a entendu, il y a quelques années seulement, un physiologiste revendiquer la priorité de deux modes d'expérimentation dont l'un remonte à Lower et dont l'autre a été pratiqué par Sénac [1], par Haller, par Reid et le Comité de Londres, et par Kuerschner. De très bonne heure aussi, on a reconnu que la question du fonctionnement des valvules est étroitement liée à plusieurs autres, dont elle n'est, à vrai dire, que la conséquence presque immédiate, et qui doivent être examinées préalablement. Parmi ces dernières figurent en première ligne la question des changements de forme du cœur, celle du rôle des piliers et des cordages tendineux, celle de la conformation des valvules et des parois musculaires.

Dans ce coin de la science, comme sur la plupart des autres points de nos connaissances, la vérité a été longue à se dévoiler.

Après avoir exposé mes propres recherches, poursuivies pendant de longs mois, et fait connaître la solution à laquelle elles m'ont conduit, je résumerai les opinions et les théories qui se sont successivement produites dans la science. En procédant ainsi, il me sera plus facile d'en montrer les défauts qu'en suivant la marche inverse, comme je l'avais fait dans la première édition de ce mémoire.

[1] « Si on insinue les doigts dans les ventricules, on sent que la cloison palpite, se resserre et devient plus dure. » Sénac, *Traité de la structure du cœur*, 2e édition, t. II, p. 15, 1783.

I. — Recherches anatomiques et physiologiques.

Pour apprécier d'une manière rationnelle et aussi complètement que possible le jeu des valvules auriculo-ventriculaires, il faut envisager ces valvules en elles-mêmes et dans leurs rapports avec les autres parties du cœur[1]. Il importe surtout d'examiner quelle doit être l'influence exercée sur les valvules par les muscles papillaires, dont les tendons ou cordages viennent se fixer sur elles. Or, cette influence est subordonnée, d'une part, à l'action propre de ces muscles, d'autre part, aux changements déterminés par la contraction des parois ventriculaires. Le raccourcissement des piliers, a-t-on dit, ne peut que contrebalancer celui des ventricules, en d'autres termes, les extrémités inférieures des cordages valvulaires sont rapprochées du plan des orifices auriculo-ventriculaires, par suite du raccourcissement des ventricules, autant qu'elles s'en éloigneraient par l'effet de la contraction des muscles papillaires. S'il en est ainsi, il est évident que les cordages laisseront aux valvules, pendant la systole, la même liberté de mouvement que dans la diastole et sur le cadavre.

Éléments du problème.

Sur le cœur flasque détaché du corps, qu'on peut considérer comme représentant, jusqu'à un certain point, le cœur à l'état de relâchement, les valvules sont abaissées et appliquées contre les parois des ventricules. On a souvent prétendu qu'il en est de même sur le vivant, pendant la systole auriculaire. Cette assertion est probablement exacte quant à la valve interne de la tricuspide, peut-être aussi en ce qui concerne la valve gauche de la mitrale ; mais on ne saurait en dire autant de toutes les valves sans exception. Il est vrai que si l'on suspend un cœur par sa base, et qu'on fasse tomber une colonne d'eau dans un des orifices auriculo-ventriculaires, mis à découvert par l'excision des oreillettes, on voit les valves s'écarter les unes des autres pour livrer passage au liquide, et si celui-ci peut s'écouler par la pointe du ventricule, préalablement retranchée, les valves s'appliquent assez exactement contre les parois. Mais si, le ventricule étant intact, l'eau s'accumule dans

État des valvules sur le cœur mort.

Pendant la diastole.

Expériences de Lower.

[1] Les planches annexées à ce mémoire sont toutes dues au crayon habile de M. Richer, interne très distingué des hôpitaux.

sa cavité, les valves, en raison de leur faible densité, flotteront dans le liquide, se soulèveront graduellement, en quittant les parois, pour se placer dans le plan des orifices auriculo-ventriculaires, et se juxta-poseront par leurs bords, de façon à constituer par leur réunion une sorte de diaphragme comblant ces orifices. A ce moment, placez une ligature sur l'artère pulmonaire ou sur l'aorte, suivant que vous voudrez expérimenter sur l'un ou l'autre ventricule, puis comprimez le cœur à sa partie moyenne, et vous verrez les valves se soulever un peu plus, sans pourtant se renverser dans l'oreillette, en même temps que leurs bords s'adapteront plus exactement les uns aux autres, et empêcheront plus ou moins complètement le passage du liquide à travers l'orifice auriculo-ventriculaire.

Variante. Cette expérience, faite pour la première fois par Lower, peut être répétée très commodément de la manière suivante : sur un cœur dont on a enlevé toute la portion auriculaire, on introduit un tube dans le ventricule droit par l'artère pulmonaire, un autre dans le ventricule gauche par l'aorte, et on fixe solidement ces tubes dans leurs vaisseaux respectifs à l'aide d'une ligature. Puis on plonge le cœur dans un baquet plein d'eau, en maintenant les orifices auriculo-ventriculaires près de la surface du liquide. A mesure que les ventricules se remplissent, les valvules se soulèvent, se rapprochent du plan des orifices et se juxtaposent par leur portion marginale, de manière à fermer les ventricules par en haut. Si alors on souffle dans l'un ou l'autre tube, on constate que les valves du côté correspondant s'adaptent plus exactement entre elles, se tendent et même se soulèvent légèrement en dôme à leur partie moyenne. En même temps l'occlusion devient plus parfaite, au point que souvent il ne s'échappe pas la moindre bulle d'air à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. Cette dernière circonstance s'observe particulièrement sur des cœurs d'enfant, non seulement à gauche, mais aussi à droite, où cependant il existe parfois une légère insuffisance. Quand on expérimente sur des cœurs d'adulte, on trouve généralement que la valvule mitrale ne laisse rien passer, tandis que le fonctionnement de la tricuspide est beaucoup moins satisfaisant. Chez les vieillards, enfin, il est fréquent de voir l'occlusion se faire imparfaitement même à gauche, et l'insuffisance tricuspide constitue la règle. Cette dernière proposition est tellement vraie

Influence de l'âge.

que beaucoup de médecins la considèrent comme traduisant l'état normal, et qu'un auteur anglais, King, a voulu voir dans cette insuffisance de la valvule auriculo-ventriculaire droite une sorte de soupape de sûreté, destinée à prévenir la congestion des poumons dans les cas de trouble de la circulation pulmonaire.

Singulière opinion de King.

Ce n'est pas la première fois, certes, qu'on a avancé que certaines dispositions normales sont établies en vue de lésions possibles, auxquelles elles seraient aptes à remédier. Mais je ne sache pas qu'on ait jamais prétendu qu'un organe doive fonctionner imparfaitement chez l'homme sain pour éviter ou atténuer des troubles qui pourraient survenir en cas de maladie.

Doit-on admettre, comme on l'a fait trop facilement jusqu'ici, que l'expérience de Lower, que l'on peut d'ailleurs varier de diverses façons, donne une idée exacte du fonctionnement normal des valvules auriculo-ventriculaires? La réponse, à mon avis, ne saurait être douteuse. Elle ne pourrait être affirmative que si, dans les deux cas, les conditions étaient les mêmes. Or, il est bien loin d'en être ainsi.

L'expérience de Lower ne traduit pas le fonctionnement normal.

Les conditions ne sont pas les mêmes.

Sur le cœur vivant, les ventricules se rétrécissent au moment de la systole et leurs parois deviennent rigides; sur le cœur mort, les cavités ventriculaires se dilatent sous la pression de l'eau et leurs parois restent flasques.

Sur le premier, les colonnes charnues se raccourcissent; sur le second, elles s'allongent sous la pression du liquide.

Dans un cas, les orifices se rétrécissent et prennent une forme allongée; dans l'autre, ils se dilatent et deviennent circulaires.

On pourrait ajouter que, sur le cadavre, les valvules des deux cœurs se ferment à peu près de la même façon, tandis que la conformation notablement différente de la mitrale et de la tricuspide indique que, sur le vivant, le mécanisme de l'occlusion ne saurait être identique à droite et à gauche. C'est ce qui sera démontré plus loin.

Il n'est donc pas possible de considérer, *a priori*, ce qui se passe dans l'expérience de Lower comme l'image exacte du jeu normal des valvules ; et pour déterminer les changements qui s'opèrent dans cette dernière circonstance, il faut, ou bien les observer directement sur des animaux vivants, ou bien les déduire comme conséquences nécessaires de la disposition anatomique des parties.

Expériences sur les animaux vivants.

La première méthode est celle qui, de prime abord, paraît devoir fournir les renseignements les plus certains. Aussi a-t-elle été mise en usage de tout temps et avons-nous vu Sénac, Reid, les membres du Comité de Londres, MM. Kuerschner, Colin, Chauveau et d'autres porter le doigt dans le cœur, à travers une ouverture faite à l'une des oreillettes, pour s'assurer, par le toucher, des modifications qui accompagnent la systole et la diastole. Mais, outre que le toucher ne donne le plus souvent que des sensations peu nettes, en raison de la rapidité avec laquelle s'exécutent les mouvements du cœur, il y a lieu de tenir grand compte d'une circonstance qui, certainement, introduit des changements profonds dans le fonctionnement de l'organe central de la circulation : je veux parler de l'affaiblissement extrême des contractions cardiaques qui résulte de l'ouverture du thorax et du péricarde, et surtout de la lésion d'une partie quelconque du cœur ou du contact d'un corps étranger avec l'endocarde. Il est d'observation journalière que la colonne de liquide qui, dans l'hémodynamomètre, mesure la pression du sang dans les artères et conséquemment la force déployée par le ventricule gauche, s'abaisse considérablement sitôt que le cœur est mis à nu et simplement touché avec le doigt, et plus encore quand une blessure vient l'atteindre. Dans une expérience sur un chien de forte taille, que j'ai faite dans le laboratoire de physiologie de la Faculté, avec le concours obligeant de M. le docteur Laborde, l'hémodynamomètre, mis en communication avec le sang de l'artère carotide droite, indiquait une pression initiale de 19 centimètres de mercure, qui se maintint exactement quand on établit la respiration artificielle. L'ouverture du thorax fit tomber immédiatement cette pression à 10, puis à 8 centimètres; l'incision du péricarde ne produisit aucune autre modification. Cette faiblesse des contractions doit certainement atteindre également les piliers du cœur, qui dès lors n'agiront plus sur les valvules avec une énergie suffisante pour déterminer l'occlusion normale des orifices. Il s'ensuit que le cœur se rapproche, en quelque sorte, des conditions où il se trouve dans l'expérience de Lower. Il n'est donc pas étonnant que des observateurs aient cru sentir les valvules se soulever sous l'influence de la pression sanguine. D'autres expérimentateurs, d'ailleurs, ont obtenu des résultats sensiblement différents.

Difficultés.

Affaiblissement des contractions du cœur mis à découvert.

Expérience sur un chien

M. Chauveau, il est vrai, a réussi, en se servant de sondes exploratrices, qu'il introduisait dans le cœur par une des jugulaires, à enregistrer les mouvements des valvules sans faire subir à l'animal aucune lésion susceptible d'altérer la contractilité de l'organe. Il a observé, dans ces circonstances, des alternatives d'ascension et de descente des ampoules, qu'il considère comme traduisant des mouvements semblables des valvules. Mais ces déplacements des ampoules n'indiquent point nécessairement que les valvules se soulèvent et s'abaissent comme elles, et peuvent recevoir une interprétation toute différente; ils ne me paraissent contredire en rien la théorie qui découle de l'anatomie du cœur (v. p. 45.)

Sondes exploratrice de M. Chauveau.

Dans l'examen du rôle dévolu aux muscles papillaires, trois questions principales doivent attirer l'attention; ce sont les suivantes :

Rôle des muscles papillaires.

1° A quel temps de la révolution cardiaque correspond la contraction des piliers ?

2° Cette contraction peut-elle produire un changement dans la position des valvules ? et, si la réponse est affirmative :

3° Quel est ce changement ? — A la deuxième question se rattache étroitement, comme nous l'avons vu, celle du raccourcissement ou de l'allongement systolique du cœur.

I. A quel moment de la révolution cardiaque a lieu la contraction des muscles papillaires du cœur?

La contraction des muscles papillaires, et des colonnes charnues du cœur en général, accompagne celle des parois ventriculaires.

Les piliers se contractent en même temps que les parois du cœur.

Cette proposition semble toute naturelle, car les éléments musculaires des piliers sont la continuation non interrompue des fibres pariétales. Elle a cependant rencontré des contradicteurs parmi les auteurs qui la trouvaient inconciliable avec la doctrine du soulèvement des valvules; mais l'observation directe l'a confirmée constamment. Déjà Haller, sur un cœur ouvert, qu'il venait d'arracher de la poitrine d'un animal vivant [1], avait vu les piliers se contracter en même temps que le reste des ventricules. On a pu objecter, il est vrai, que l'irritation déterminée par la section des parois avait peut-être troublé l'ordre des contractions. Le même reproche ne

Haller.

[1] Haller, *De structura et motibus cordis* (Dissert. Leodiesis, 1719). — *Elementa physiol.*, t. I, p. 405.

Sénac. peut être adressé à l'observation de Sénac, qui a reconnu cette contraction simultanée de toutes les parties des ventricules en introduisant le doigt dans la cavité d'un cœur qui continuait de battre[1].

Laënnec, à la vérité, pensait qne les piliers du cœur se contractent au moment de la systole auriculaire[2]. Mais son opinion ne reposait sur aucun fait d'observation, tandis que tous ceux qui ont cherché à constater le phénomène de leurs propres yeux sont arrivés à des convictions inverses.

Comité de Londres. La sixième conclusion du Comité de Londres, composé des docteurs Ch. Williams, Todd et Clendinning, est ainsi conçue : « Les colonnes charnues semblent agir en même temps que les parois des ventricules et attirer les valvules auriculo-ventriculaires dans l'intérieur du ventricule[3] » Le même fait a été constaté dans les expériences répétées par Ch. Williams en présence du docteur Hope[4]. Une observation de Reid, faite en 1836, a donné un résultat identique[5]. Il en est de même des expériences du Comité de Dublin.

Ch. Williams. Reid. Comité de Dublin.

Allen Thomson. Allen Thomson, dont les observations ont porté sur des cœurs récemment ouverts, a vu, comme les expérimentateurs précédents, que les colonnes charnues se contractent avec le reste de la paroi ventriculaire, qu'elles tirent les valves en bas, en les rapprochant entre elles. La pression sanguine, dit-il, vient ensuite compléter le rapprochement, comme pour les valvules semi-lunaires de l'aorte[6].

Kuerschner. Kuerschner s'est assuré également de cette contraction simultanée de toutes les parties des ventricules : « Si, dit-il[7], par une oreillette ouverte, on introduit un doigt dans le cœur, on reconnait que *la contraction, dès l'origine, est générale ;* le doigt est serré dans l'orifice auriculo-ventriculaire, on sent les papilles devenir plus dures et plus courtes. » — « Dans les deux ventri-

[1] Sénac, *loc. cit.*, t. II, p. 25.
[2] Laennec, *Traité de l'auscultation médiate*, 4e édit., t. III, p. 66.
[3] *The pathol. and diagn. of diseases of the chest*, 4e édit., p. 295. London, 1840.
[4] *Rational exposit.*. etc., trad. par Velten, p. 198.
[5] Reid, *Todd's Cyclop.*., t. II, p. 601, 1839.
[6] *Todd's Cyclop.*, t. I, 1836, p. 656.
[7] G. Kuerschner, Art. Herzthætigkeit (*Wagner's Handwörterbuch der Physiol.* t. II, 1844, p. 35).

cules, lit-on dans un autre paragraphe [1], les muscles papillaires se contractent à ce point qu'*ils disparaissent presque complètement* dans la masse musculaire et se réduisent à des saillies à peine reconnaissables. »

Enfin *Spring* dit avoir vu très nettement [2] que la contraction des piliers a lieu *dès le début de la systole* ventriculaire et qu'elle est si forte *qu'ils rentrent dans les parois charnues*. Il ajoute, à la vérité, qu'ils reparaissent un instant après, circonstance dont il s'autorise pour édifier une théorie nouvelle des valvules du cœur. Spring.

II. *La contraction des piliers peut-elle agir sur les valvules ?* Les piliers peuvent-ils agir sur les valvules ?

La contraction des piliers produisant nécessairement leur raccourcissement, il était logique d'admettre qu'elle devait détermine la tension des cordages tendineux et l'abaissement des valvules

Mais comme cet abaissement contrariait les partisans du soulèvement passif des valvules, ils se sont évertués, ne pouvant nier la réalité de la contraction des piliers, à révoquer en doute les conséquences qui en découlent. Il ont invoqué surtout, dans ce but, le raccourcissement des ventricules qui accompagne la systole du cœur.

Cette question du raccourcissement systolique du diamètre longitudinal du cœur a longtemps occupé les physiologistes, et même aujourd'hui elle n'est pas tranchée d'une manière tellement nette qu'elle ne soulève encore des contradictions. Raccourcissement systolique de l'axe longitudinal du cœur.

Galien enseignait que le cœur s'allonge en se contractant, et cette opinion, admise par Vésale, a régné exclusivement jusqu'à Harvey, qui constata un allongement apparent. Parmi les contemporains ou successeurs immmédiats de cet illustre physiologiste, les uns, tels que Riolan [3], Borelli [4], Winslow [5], Queye [6], se firent les défenseurs des idées de Galien; les autres, tels que Lower, Sténon, Bartholin, Bassuel [7], Ferrein, Lancisi [8] et Sénac [9] sou- Galien. Vésale. Harvey. Sénac.

[1] Kuerschner, p. 58.

[2] Spring, Mémoire sur les mouvements du cœur (*Mémoires de l'Acad. royale de Belgique*, t. XXXIII, p. 118, et suiv. 1860).

[3] Riolan, *Anthropographia*, p. 241.

[4] Borelli, *De motu animalium*, t. II, p. 50.

[5] Winslow, *Hist. de l'Acad. des sciences de Paris*, 1725.

[6] Queye, *Dissert. de syncope et causis eam producentibus*. Montpellier, 1735.

[7] Bassuel, *Hist. de l'Acad. des sciences de Paris*, 1731.

[8] Lancisi, *De motu cordis*, etc., p. 124. Liège, 1740.

[9] « Sténon, M. Hunaud et Haller ont toujours aperçu le raccourcissement des

tinrent la doctrine inverse, qui trouva un puissant appui dans les expériences de Haller et dans la savante discussion à laquelle il soumit l'opinion de Galien. « La poitrine d'un chat étant ouverte, dit Haller[1], je vis le sommet du cœur s'approcher de sa base et je fus surpris des doutes qui avaient pu s'élever sur un point qui me parut si clair. » Dans un autre passage[2], il raconte qu'ayant, à l'exemple de Queye, approché la pointe d'un scalpel du sommet du cœur d'une grenouille vivante, il constata que le cœur s'éloignait de l'instrument pendant la systole, tandis qu'il venait se blesser pendant la diastole. Haller avait eu aussi l'occasion d'observer un cas d'ectopie du cœur, et il s'était assuré que « *cor in diastole longius*, et *in systole brevius factum est, perinde ut in bestiis videmus*[3] ». Il croyait, d'ailleurs, avoir rencontré une exception à la règle dans le cœur de l'anguille; mais Fontana démontra que cette exception n'existe point[4].

Haller.

La question, cependant, était loin d'être vidée lorsque, à l'occasion d'une vacance survenue dans l'école de Montpellier, les deux candidats qui se disputaient la chaire soutinrent, l'un, les idées de Galien, l'autre, l'opinion opposée. L'Académie des sciences, prise pour arbitre, résolut d'instruire l'affaire. L'histoire de cette lutte est consignée dans la bibliothèque de Planque[5]; Hunaud, après avoir cité les autorités favorables à l'une et à l'autre doctrine, déclare qu'il faut s'en rapporter à l'observation; or, l'observation sur les animaux vivants lui a montré que le cœur se raccourcit pendant la systole. Cette conclusion fut singulièrement corroborée par un chirurgien de Paris, Bassuel, qui vint lire à l'*Académie*, sur le point en litige, un mémoire dont l'argument principal était celui-ci : Si le cœur s'allongeait, les colonnes charnues et les cordages, tendus par cet allongement, devraient maintenir les val-

Académie des sciences.

Hunaud.

Argument victorieux de Bassuel.

« ventricules dans leur systole. Mes observations confirment le témoignage de ces « physiciens : quand j'ai observé le cœur avec des yeux attentifs, la base et la pointe « me paraissaient toujours rapprochées dans la contraction. » (Sénac, *Traité sur la struct. du cœur*. 2e édit., p. 25, 1783.)

[1] Haller, *Mémoires sur les parties sensibles et irritables*, t. I, p. 342.

[2] Haller, *Élém. de physiol.*, t. I, p. 392.

[3] Haller, *loc. cit.*, p. 392.

[4] Haller, *Mémoires sur les parties sensibles et irritables*, p. 369-371.

[5] *Bibliothèque de médecine* de Planque, art. CŒUR, t. VIII, 565.

vules abaissées; ce qui permettrait au sang de retourner dans les oreillettes.

C'est en vain que Queye entassa expériences sur expériences pour prouver l'allongement. L'argument de Bassuel parut décisif à tout le monde; il l'était, en effet, à une époque où la théorie de l'occlusion passive était la seule connue. Mais il est absolument sans valeur si, comme cela me paraît certain, les orifices sont fermés par les valvules abaissées. Queye.

Quoi qu'il en soit, depuis lors la doctrine du raccourcissement systolique régna sans partage, en France du moins, comme on peut s'en assurer en consultant nos livres classiques [1]. Outre l'observation sur les animaux vivants, on invoqua l'anatomie pour en établir la vérité : « Les fibres du cœur, dit P. Bérard [2], étant disposées en anses dont le point fixe est aux orifices des ventricules, la contraction de ces fibres a pour résultat nécessaire le raccourcissement de ces anses et, par conséquent, le raccourcissement du cœur. » Cet argument ne serait irréfutable que si les deux chefs de l'anse étaient rectilignes. Preuve anatomique de Bérard.

Des expériences nouvelles, cependant, ne tardèrent pas à produire de nouvelles divergences.

Ainsi, tandis que le *Comité de Dublin*, sous la direction du docteur Macarthney [3], avait trouvé, sur un lapin et sur un jeune veau insufflé après avoir été assommé, que le cœur *se raccourcit* en se contractant, le *Comité de Philadelphie* constatait, au contraire, un *allongement* systolique dans toutes les expériences qui lui permettaient une observation régulière. Dans sa sixième expérience, portant sur une brebis, cet allongement est évalué à un quart de pouce; de même dans la huitième, faite sur un jeune veau. Dans la neuvième expérience, pratiquée sur un cheval soumis à la respiration artificielle, il est dit : « Le ventricule gauche, pendant sa systole, est aplati et allongé; lors de sa diastole, il est raccourci et prend Comité de Dublin. Comité de Philadelphie.

[1] V. Richerand, *Élém. de physiol.*, t. I. — Magendie, *Précis de phys.*, t. II, p. 395. — Bérard, *Cours de physiol.*, t. III, p. 603. — Béclard, *Traité de physiol.*, 6e édit., p. 217. — Béraud, *Élém. de physiol.*, t. II, p. 277. — Milne Edwards, *Leçons sur la physiol.*, t. IV, p. 19.

[2] P. Bérard, *Cours de physiol.*, t. III, p. 612.

[3] Report on the motions of the heart (*British Assoc.*, p. 245, Dublin, 1835).

une forme arrondie. La dixième et la onzième expérience ont donné des résultats analogues[1]. »

Comité de Londres. D'autre part, le Comité de Londres a observé constamment un raccourcissement correspondant à la systole ventriculaire[2].

Ludwig. En présence de ces résultats contradictoires, Ludwig[3] jugea nécessaire de procéder à de nouvelles investigations, et c'est le chat qui lui parut plus particulièrement propre à ce genre de recherches, pour lesquelles il se servit d'un instrument spécial qu'il avait imaginé pour rendre ses mensurations plus exactes. Or, dans toutes ses expériences, il constata une *diminution notable* du diamètre longitudinal du cœur.

Dans les réflexions qui terminent son travail, Ludwig fait observer qu'il lui resterait, pour le compléter, à examiner la question du fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires et que les éléments suivants doivent concourir à la solution de ce problème : changements de forme des orifices veineux (auriculo-ventriculaires) pendant la systole, direction de l'impulsion sanguine vers les orifices, déplacement des régions des parois ventriculaires où se fixent les muscles papillaires, changements de forme de ces muscles. Il signale, en outre, comme dignes d'attention, la saillie que font, dans la cavité des ventricules, les papilles nées des parois libres du cœur, tandis que celles qui viennent de la cloison n'ont que peu de relief; l'absence de papilles sur la face gauche de la cloison, et la direction particulière que présente la papille antérieure de la face droite de la cloison. Il est certain que tous ces détails, qui n'ont guère préoccupé les physiologistes, devront trouver leur interprétation dans la véritable solution du problème en question. Mais Ludwig aurait pu ajouter qu'une théorie parfaitement satisfaisante devrait nous expliquer aussi pourquoi, malgré l'analogie manifeste qu'offrent les valvules auriculo-ventriculaires droite et gauche, il y a cependant entre la tricuspide et la mitrale des différences considérables; pourquoi, par exemple, il existe trois laciniures triangu-

[1] Pennock et Moore, *Medical Examiner*, Philadelphie, 1839. Traduction de E. Beaugrand (*l'Expérience*, 1842, t. X, p. 177), avec introduction historique très bien faite.

[2] Report by the London sub-committee (*Brit. Assoc.*, p. 204, Glasgow, 1841).

[3] Ludwig (*Zeitschr. f. rad. Med.*, t. VII, p. 203, 1849).

laires à droite et deux seulement à gauche; pourquoi, de chaque côté, on trouve une valve plus grande que les autres; pourquoi la grande valve de la mitrale a une disposition toute spéciale, que ne présente aucune autre, etc., toutes questions que les doctrines en honneur laissent complètement dans l'ombre, ou dont elles ne donnent que des solutions insuffisantes ou erronées. Or, c'est le propre des interprétations vraies de rendre compte des faits jusque dans leurs moindres détails, et une théorie qui, tout en s'adaptant plus ou moins bien à l'ensemble d'un phénomène, se verrait cependant forcée de négliger certaines particularités qui s'y rattachent directement, devrait pour ce seul motif être réputée inacceptable d'une manière définitive.

MM. Chauveau et Faivre sont arrivés au même résultat que Ludwig. Pour reconnaître avec certitude le changement qui s'opère pendant la contraction, ces expérimentateurs ont excisé de la poitrine le cœur d'un chien vivant et l'ont suspendu, par les gros vaisseaux, au-dessus d'un plan horizontal. Ils ont ainsi constaté que lorsque la pointe de l'organe était en contact avec ce plan pendant la diastole, elle s'en éloignait sensiblement au moment de la systole[1]. « L'observation d'un nombre considérable d'animaux m'a démontré, dit M. Chauveau[2] : 1° qu'au moment de la diastole ventriculaire, le cœur, devenu flasque, est fortement déprimé d'un côté à l'autre; 2° que les ventricules, pendant leur systole, éprouvent un raccourcissement de leurs diamètres longitudinal et antéro-postérieur, mais que leur diamètre latéral augmente. » Chauveau et Faivre.

Relativement au raccourcissement du cœur dans la systole, M. Colin s'exprime ainsi : « Je l'avais constaté très-nettement sur les jeunes animaux, dont le cœur bat longtemps, sans respiration artificielle, après la section du bulbe, comme aussi sur le mouton, le porc, et même sur le cheval, lorsque le cœur peut se désemplir complètement à chaque systole. Il résulte à la fois d'une légère ascension de la pointe vers la base et d'une descente à peine sensible de la base vers la pointe. Ce raccourcissement n'est pas appréciable sur le cheval dont le péricarde est intact[3]. » Colin.

[1] Chauveau et Faivre, *Gaz. médic. de Paris*, p. 111, 1856.

[2] Chauveau, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XLV, 1857, p. 371.

[3] Colin, *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques*, 2e édition, p. 382, 1873.

Spring. De nouvelles expériences, faites par Spring [1] sur le chien, le chat, le lapin et l'oie, ont donné des résultats différents. Spring dit avoir constaté d'abord un raccourcissement répondant à ce qu'il appelle la présystole : « Immédiatement après, les ventricules se resserrent, et ce resserrement a lieu surtout dans le sens du diamètre transversal; le cœur change la forme sphérique qu'il avait prise dans son premier mouvement en une forme conique, il semble s'allonger et s'allonge en effet, si on le compare à son état antérieur. » Après la systole, Spring a vu le cœur revenir sur lui-même, la pointe se rapprochant un peu de la base, mais non autant qu'au début de la systole (ou plutôt pendant la présystole).

Flint. Flint [2], ayant fait fabriquer un instrument spécial, qu'il appelle *mékéoscope*, pour mesurer les changements qui surviennent dans les dimensions du cœur, a vu celui du chien s'allonger au moment où le sang jaillissait d'une canule introduite dans le ventricule (systole ventriculaire).

Theile. En rendant compte du travail de Flint, Theile [3] a fait observer qu'outre les fibres longitudinales extérieures, il existe, à la surface interne du cœur, une couche de fibres dirigées presque suivant l'axe de l'organe, fibres qui seraient obligées, comme les premières, de s'allonger dans l'hypothèse d'un allongement systolique.

Cette objection ne me paraît pas avoir la valeur que lui attribue Theile, attendu que les fibres internes en question sont loin d'être parallèles et rectilignes, qu'elles sont, au contraire, diversement inclinées les unes sur les autres et décrivent, notamment près de la pointe, des courbes dont le redressement pourrait permettre un certain allongement du cœur sans distension de ces fibres.

Enfin, des recherches récentes faites sur le chien par Fr. Hesse, sous la direction de Ludwig, ont démontré que, dans la systole, le *cœur se rétrécit transversalement, sans que son diamètre longitudinal diminue* [4].

[1] Spring, Mémoire sur les mouvements du cœur, etc. (*Mémoires de l'Acad. royale de Belgique*, t. XXXIII, p. 40, Bruxelles, 1860.) — Ce mémoire est précédé d'un historique très complet de la question des valvules auriculo-ventriculaires.

[2] A. Flint, Exper. researches on points connected with the action of the heart, (*Americ. Journ. of med. Science*, t. XLII, p. 341, 1861).

[3] F.-W. Theile, Die Anat. u. Phys. des Herzens seit 1860 (*Schmidt's Jahrb.*, t. CXXI, p. 92, 1864).

[4] Fr. Hesse, *Arch. f. Anat. u. Phys.*, p. 328, 1880.

S'il est difficile, en face de ces résultats contradictoires, de se prononcer résolûment en faveur de l'une ou de l'autre opinion, un fait certain, cependant, ressort de ces divergences, c'est que le raccourcissement, supposé qu'il se produise, est peu considérable. Est-il néanmoins suffisant, comme l'ont affirmé quelques auteurs, pour neutraliser l'effet de la contraction des piliers?

Le raccourcissement du cœur peut-il compenser celui des piliers ?

A ne considérer que la disposition anatomique, on est conduit, je crois, à répondre négativement.

1° Disposition anatomique.

Avant tout, il importe de faire remarquer qu'il n'existe point, à proprement parler, de *fibres musculaires du cœur*, si l'on entend par ces mots des filaments contractiles étendus sans interruption entre deux insertions, comme ceux qui composent les muscles de la vie de relation. Il n'y a dans le cœur que des *réseaux musculaires*, c'est-à-dire des éléments musculaires fort courts, anastomosés les uns avec les autres et limitant des mailles en forme de fente. C'est la direction de ces fentes, bornées à leurs extrémités par les anastomoses que s'envoient réciproquement les particules musculaires, qui détermine celle des prétendues fibres musculaires du cœur. Les anastomoses transversales ou obliques étant, en général, moins résistantes que le corps des éléments musculaires, il s'ensuit que la dissociation de ces derniers s'opère plus facilement suivant la direction des fentes qui les sépare que dans les autres sens. Mais cette dissociation ne peut avoir lieu que consécutivement à la déchirure de toutes les anastomoses (*fig.* 16 et 17).

Fibres du cœur.

Réseaux musculaires.

S'il n'y a point, dans le cœur, de fibres musculaires proprement dites, on comprend quelle signification il faut donner aux descriptions classiques, dans lesquelles on voit les fibres de cet organe partir des anneaux fibreux des orifices, suivre un trajet plus ou moins long et revenir à ces mêmes anneaux ou se terminer dans les muscles papillaires. On s'expliquera aussi comment de prétendues fibres, ayant une direction déterminée, semblent se continuer sans la moindre interruption avec d'autres dont la direction est perpendiculaire à la première, ainsi que cela se voit très nettement au sommet du cœur de l'homme, et surtout du cheval (3, *fig.* 18). On peut s'assurer sur cette figure que, tandis que les fibres apparentes qui descendent du bord gauche du cœur se recourbent sur sa face postérieure, au voisinage du sommet, pour devenir

Valeur des descriptions classiques des fibres du cœur.

parallèles à celles qui viennent de la face postérieure (1, *fig.* 18), les fibres les plus rapprochées du sommet (1), restent perpendiculaires à ces dernières, sans cesser pour cela de se continuer avec elles. Enfin, le *réseau musculaire* cardiaque se continuant à travers toute l'épaisseur des parois du cœur et se prolongeant dans les colonnes charnues de la face interne et dans les muscles papillaires, on se rendra compte de l'inanité de tous les dénombrements auxquels on a soumis les couches de fibres du cœur, ainsi que de la valeur des théories qui reposent sur une prétendue séparation et sur un antagonisme entre les fibres longitudinales, superficielles et profondes, et les fibres circulaires ou intermédiaires. Ce qui est certain, c'est que les diverses couches de fibres musculaires, que l'on s'est en vain efforcé d'isoler les unes des autres, n'existent point en réalité, et que les fentes ou mailles du réseau passent graduellement et presque insensiblement d'une direction à l'autre.

Des couches des fibres musculaires du cœur.

Il semble résulter de ce qui précède que la substance musculaire des parois ventriculaires doit se contracter à la fois, ou du moins dans toute son épaisseur, car il ne serait pas impossible que la contraction s'y propageât rapidement de haut en bas, comme dans les canaux musculeux des viscères; mais la chose n'a pas encore été établie. Quoi qu'il en soit, il paraît plus que probable que cette contraction détermine surtout un raccourcissement dans le sens des fibres apparentes du cœur, c'est-à-dire que les éléments de l'organe se comportent à peu près, au point de vue physiologique, comme s'ils étaient constitués par de véritables fibres, dont il est utile, dès lors, d'examiner la direction.

Contraction simultanée.

Parmi les fibres musculaires du cœur qui sont susceptibles de produire le raccourcissement des ventricules, les unes sont extérieures, les autres internes. Les fibres superficielles, à part celles qui suivent le bord gauche du cœur, sont loin d'être parallèles à l'axe de l'organe; toutes sont obliques et inclinées d'environ 45° sur cet axe. De plus, elles décrivent des courbes dont la concavité regarde à droite, sur la face antérieure aussi bien que sur la face postérieure (*fig.* 22 et 23). On peut donc soutenir que la moitié, à peine, de l'effet produit par contraction de ces fibres se traduit par un raccourcissement du diamètre longitudinal du ventricule.

Fibres qui peuvent raccourcir les ventricules.

Fibres superficielles obliques et courbes.

Les fibres qui suivent le bord gauche du cœur (*fig.* 25), situées dans un plan sensiblement parallèle à l'axe du cœur, décrivent également une courbe très-prononcée, à concavité regardant la cavité du cœur; de sorte que le premier et principal effet de leur contraction doit être l'effacement de leur courbure et le rétrécissement transversale de la cavité ventriculaire gauche, fait confirmé par les mensurations de Fr. Hesse (*l. c.*).

Fibres du bord gauche du cœur, longitudinales et courbes.

Quant aux fibres longitudinales internes, il s'en faut qu'elles soient parallèles entre elles et à l'axe du ventricule; elles constituent, au contraire, une série de nattes, inclinées à angle aigu les unes sur les autres (*fig.* 14), si bien que là encore le raccourcissement du diamètre longitudinal du cœur ne constitue qu'une portion de l'effet produit par leur contraction.

Fibres longitudinales internes.

Les fibres musculaires des piliers, d'autre part, sont toutes longitudinales et à peu près parallèles (*fig.* 13) : elles s'étendent de la pointe du cœur au-dessus de la partie moyenne de la hauteur du ventricule. Leur contraction se traduit donc en totalité par le raccourcissement des muscles papillaires. Il s'ensuit que, malgré leur moindre longueur, ces fibres peuvent très-bien déterminer un raccourcissement plus considérable que celui que produisent les fibres longitudinales des ventricules.

Fibres des piliers, longitudinales et parallèles.

Toutes les considérations que l'on a invoquées dans le but d'annihiler l'effet de la contraction des piliers ne s'appliquent, d'ailleurs, qu'au ventricule gauche. Le mode de contraction du ventricule droit, comme nous le verrons plus loin, exclue toute influence du racourcissement du cœur sur l'action des muscles papillaires.

Le ventricule droit ne se raccourcit pas.

Si, laissant de côté les déductions anatomiques, nous interrogeons l'expérimentation physiologique, nous trouvons que le fait généralement observé, c'est la tension des cordages et l'abaissement des valvules.

2° Expérimentation physiologique.

Déjà Harvey[1] avait reconnu que les cordages et les colonnes charnues sont tendus dans la systole. Haller[2], il est vrai, rapporte une observation dans laquelle il a vu les cordages relâchés pendant la contraction des piliers : « *Uno inciso ventriculo, manifesto vidi tendines valvularum se relaxasse, quod idem experimentum*

Harvey.

Haller.

[1] Harvey, *loc. cit.*, p. 32.
[2] Haller, *Opera minora*, t. I, 1743, p. 224.

in sinistro etiam ventriculo successit. » Mais c'est là une observation isolée que personne n'a répétée.

L'abaissement des valvules est admis par Laënnec, qui, à la vérité, soutient qu'il a lieu pendant la diastole [1], et David Williams attribue le deuxième bruit du cœur à l'abaissement brusque des valvules et à leur choc contre les parois ventriculaires à la fin de la systole [2]. Nous avons vu plus haut que les faits observés par Allen Thomson et par le Comité de Londres sont favorables à l'opinion que nous soutenons. Une expérience faite, en 1836, par Reid [3] a donné un résultat semblable. Après avoir cherché à établir, par la direction des fibres musculaires du cœur, que la contraction des piliers, contrairement à l'observation de Haller, doit produire un raccourcissement plus considérable que celui que détermine la contraction des parois ventriculaires, Reid dit s'être assuré, en introduisant le doigt dans l'oreillette d'un animal vivant, que les valvules ne s'élèvent point dans la systole ventriculaire, et qu'au contraire, il se forme entre elles un espace conique, qui prolonge la cavité des oreillettes. De même, Kuerschner [4] a reconnu que les valvules s'abaissent de plus en plus pendant la systole.

Allen Thomson. Comité de Londres.

Reid.

Kuerschner.

Spring.

Enfin, Spring [5] dit avoir constaté cet abaissement à plusieurs reprises. Le même auteur a essayé l'action du galvanisme sur les ventricules et a obtenu l'abaissement. Il conclut donc de ses expériences que la contraction des muscles papillaires détermine l'abaissement des valvules, en même temps qu'une forte tension de ces valvules et des cordages tendineux. Nous verrons que, contrairement à l'opinion de Spring, cet abaissement, loin de produire l'ouverture des orifices, en détermine l'occlusion.

A l'encontre de cet accord presque unanime des observateurs, relativement à l'action des muscles papillaires, nous ne trouvons que les affirmations, dénuées de preuves, des partisans de l'occlusion passive, que cet abaissement contrarie singulièrement, et celles de MM. Colin et Chauveau, que nous retrouverons, dans la seconde partie de ce travail.

Je considère donc comme établie la proposition suivante : *Au*

[1] Laënnec, *Traité de l'auscultation médiate*, t. II, p. 419.
[2] D. Williams, *Edinb. med. and. surg. Journ.*, oct. 1829.
[3] Reid, *Todd's Cyclop.*, p. 601 t. II, 1839.
[4] Kuerschner, *Wagner's Handwœrterb.*, t. II, p. 61.
[5] Spring, *loc. cit.*, p. 114.

moment de la systole ventriculaire, les cordages tendineux sont tendus et les valvules auriculo-ventriculaires fortement tirées en bas.

Quel est l'effet de cette traction? C'est pour n'avoir pas suffisamment interrogé l'anatomie que des physiologistes distingués ont cru que l'abaissement des valvules ne peut qu'ouvrir la communication entre les oreillettes et les ventricules, tandis qu'en réalité il produit une occlusion des orifices tellement parfaite qu'aucun autre mode de fermeture ne peut lui être comparé.

Effet de la traction opérée par les piliers.

Mais, pour se rendre compte de la véritable disposition et de l'agencement des diverses parties des ventricules, il faut étudier, non point seulement le cœur flasque et souple du cadavre, qui figure l'organe en diastole, mais encore le cœur durci et rétracté artificiellement, qu'on peut considérer comme représentant, autant que possible, l'organe à l'état de systole. Je me suis servi de préférence, pour cette étude, de cœurs conservés pendant un certain temps dans l'alcool étendu d'eau. On peut aussi employer des pièces durcies dans l'acide nitrique très dilué; mais il faut beaucoup plus de temps pour les préparer. Quant aux solutions d'acide chromique, elles durcissent, à la vérité, très convenablement les organes qu'on y suspend, mais elles ne produisent pas cette rétraction qui, dans l'espèce, me paraît indispensable.

Il faut l'étudier su des cœurs durcis.

On a objecté qu'en plongeant des cœurs dans l'alcool en vue de leur donner une certaine rigidité, on leur faisait subir une préparation *qui les éloigne de l'état normal*[1]. Je pourrais répondre que l'alcool a précisément pour effet de conserver la composition normale des tissus et qu'en produisant un certain retrait des parois musculaires, il les rapproche, au contraire, de l'état de contraction, le seul qu'il importe de connaître. Mais pour lever tous les doutes, j'ai ouvert le *cœur contracté* d'un chien qui venait d'être empoisonné par la digitaline. Dans ces conditions, l'organe, enlevé immédiatement après qu'il avait cessé de battre sous nos yeux, ne pouvait être suspect d'altération. Or, les piliers et les cordages, ainsi que les valvules, s'y trouvaient dans le même état que sur les cœurs qui avaient séjourné plusieurs jours dans l'alcool.

Observation d'un œur en systole.

[1] Colin, *Bulletin de l'Académie, loc. cit.*

Cœurs vivants jetés dans l'alcool bouillant.

Je dois ajouter que Lutze, ayant examiné des cœurs de mammifères excisés du thorax encore palpitants et jetés immédiatement dans l'alcool bouillant, constata que la disposition des muscles papillaires et des valvules auriculo-ventriculaiaes est bien celle qui résulte de mes recherches [1].

Mon intention n'étant point de donner une description complète des ventricules du cœur, je me bornerai à exposer les détails qui se rapportent directement au jeu des valvules auriculo-ventriculaires. J'examinerai, dans ce but, la forme et la constitution des parois ventriculaires, des piliers, des cordages tendineux et des valvules elles-mêmes.

Pour simplifier les descriptions, je supposerai le cœur dirigé verticalement et les deux ventricules situés l'un à droite, l'autre à gauche de la cloison. Il sera toujours facile au lecteur de rétablir, par la pensée, les rapports véritables des parties.

Différences considérables entre les deux ventricules.

Bien que conformés sur un type unique, les deux ventricules présentent néanmoins des différences considérables, qui m'obligent à les étudier séparément.

Caractères communs.

Mais avant de procéder à cette étude, je crois utile d'exposer quelques généralités applicables aux deux cœurs.

Valves.

Les valves de la mitrale et de la tricuspide ont toutes la forme d'un triangle, dont le sommet est dirigé en bas. Le bord supérieur est fixé à l'anneau fibreux de l'orifice correspondant; les deux bords inférieurs sont libres et reçoivent, chacun, des cordages tendineux d'un pilier différent.

Cordages tendineux.

Véritables tendons, analogues à ceux qui terminent les muscles de la vie de relation, les cordages tendineux naissent généralement des sommets multiples des muscles papillaires ou du voisinage de ces sommets; quelques-uns viennent directement de la paroi musculaire du ventricule ou d'un petit mamelon qui la surmonte. Leur mode d'insertion aux valvules les a fait diviser en trois groupes distincts (*fig.* 19 et 20).

Cordages de premier ordre.

Les *cordages de premier ordre* (I), les plus forts, parcourent toute la face externe de la valve à laquelle ils sont destinés et vont s'insérer au niveau de son bord adhérent, sur l'anneau fibreux

[1] Lutze, *Ein Beitrag zur Mechanik der Herzcontraction*. (Diss. inaug. Leipzig, 1874, et *Jahresber. d. Anat. u. Physiol.* pour 1874, II, p. 43).

auriculo-ventriculaire. Dans la portion de leur trajet qui est en rapport avec la valvule, les uns sont libres d'adhérences, les autres sont étroitement unis, en tout ou en partie, à cette membrane. Nous appellerons, les premiers, des *cordages libres*, les seconds, des *cordages adhérents*. A partir du bord libre de la valvule, tous ces cordages s'aplatissent et s'élargisseut graduellemeut, si bien qu'au niveau de leur insertion supérieure, ils ont parfois 4 à 5 millimètres de largeur. A une distance variable de cette insertion, on les voit souvent s'unir entre eux en arcade et figurer ainsi un dédoublement de la valve, festonné à son bord libre et que Vieussens a comparé aux falbalas des robes de nos dames. C'est ce qui se voit très bien sur la valve gauche de la mitrale (*fig.* 8 et 19) et sur les valves droites de la tricuspide (*fig.* 7 et 20).

Libres.

Adhérents.

Les cordages de deuxième ordre (II) se fixent sur la face externe de la valve, à une distance plus ou moins considérable de son bord libre. Ils sont généralement un peu moins forts que les précédents et naissent soit de piliers, soit de la face interne ou des bords des cordages de premier ordre. De même que ceux-ci, ils sont libres ou adhérents et anastomosés entre eux.

Cordages de 2e ordre.

Les cordages de troisième ordre (III), enfin, qui sont les plus ténus, s'insèrent au bord libre des valves. Ils naissent le plus souvent des cordages de premier et de second ordre, plus rarement des piliers eux-mêmes, et s'écartent en éventail, pour se distribuer sur toute la longueur des bords de la valve. Là, s'anastomosant entre eux, ils forment une série de petites arcades (*a*, *a*,), au niveau desquelles la membrane valvulaire est extrêmement mince et souple, se fronce avec une très grande facilité lors du rapprochement des cordages et s'accole non moins facilement aux parties sous-jacentes, Sur chaque valve, la série d'arcades de l'un des bords est unie à celle de l'autre bord par une grande arcade (A, *fig.* 1, 2, 19, 20), répondant au sommet de la valve et provenant de l'anastomose de deux cordages nés de deux piliers différents. Cette grande arcade présente la même finesse et la même souplesse que les petites.

Cordages de 3e ordre.

Petites arcades des bords libres des valves.

Grandes arcades entre deux bords.

Il est à remarquer que les cordages tendineux de troisième ordre, de même que la portion marginale des valves, sont situés dans un plan subjacent à celui des autres cordages. Quand on exerce une traction sur un des piliers, on voit les cordages de premier et de

Effet de la traction opérée sur un des piliers.

deuxième ordre qui en partent se tendre et se rapprocher presque jusqu'au contact, en formant un faisceau aplati qui recouvre les cordages de troisième ordre, plus ou moins relâchés, ainsi que les portions plissées des bords de la valvule, qui comblent les petites fentes laissées par les premiers. Une traction opérée simultanément et dans le même sens sur les deux piliers qui fournissent à une valve amène, de la même façon, le rapprochement des deux groupes de cordages et le plissement de la grande arcade intermédiaire; c'est ce qui s'observe facilement sur la valve droite de la mitrale (*fig.* 2). Si, au contraire, la traction sur l'un et l'autre pilier tend à les écarter, il en résulte une tension de la grande arcade, comme on peut s'en assurer dans le ventricule droit (*fig.* 4 et 7) et dans le ventricule gauche après avoir détaché un des piliers (*fig.* 1).

Sur deux piliers à la fois.

A. — Ventricule gauche [1].

Cavité du ventricule gauche.

La cavité du ventricule gauche est conoïde; ses parois peuvent être divisées en une *paroi interne* ou *droite*, répondant à la cloison interventriculaire, et deux *parois externes* ou *gauches*, l'une antérieure, l'autre postérieure, réunies le long du bord gauche du cœur en un angle mousse, que nous appellerons l'angle gauche du ventricule.

Trois parois.

Angle gauche du ventricule.

Paroi interne.

La *paroi interne* est lisse et unie, d'une manière générale. Elle ne présente que des reliefs musculaires peu marqués, dont la direction est longitudinale. Encore ces reliefs disparaissent-ils complètement à une certaine distance des valvules sigmoïdes de l'aorte. Cette paroi ne donne aucune trabécule aux piliers du cœur, aucun cordage tendineux à la valvule mitrale.

Ne fournit rien à la mitrale.

Les parois externes fournissent chacune un pilier.

Origine des piliers.

Les *parois externes* fournissent chacune un des piliers du ventricule gauche. Il y a donc un pilier antérieur (P. a, *fig.* 1, 2, 8, 10, 11, 12) et un pilier postérieur (P. p.). Tous deux naissent vers le milieu de la hauteur du ventricule, plus près de l'angle gauche du ventricule que de la cloison, par la convergence d'un certain

[1] Pour ouvrir le ventricule gauche en laissant absolument intacte la valvule mitrale, avec ses cordages tendineux et ses piliers musculaires, il faut y *y introduire une sonde cannelée par l'aorte*, et *inciser sur elle la paroi antérieure du cœur, très près de la cloison*. Ce n'est qu'ainsi qu'on peut apprécier exactement l'état de la valvule et son mode de fonctionnement avant la mort.

nombre de racines musculaires, qu'il est facile de suivre, surtout l'endocarde étant enlevé, jusqu'au sommet du cœur et qui se continuent avec le tissu caverneux qu'on y observe [1] (*fig.* 13). De nombreux faisceaux musculaires, étendus entre les pieds des piliers, les unissent l'un à l'autre et les *rapprochent en se contractant.*

Faisceaux musculaires qui les unissent l'un à l'autre.

En dedans des piliers, les parois externes du ventricule présentent le même aspect que la cloison; dans l'intervalle des piliers, elles sont couvertes de trabécules irrégulières, dont quelques-unes unissent entre eux les bords gauches de ces derniers.

Les *piliers ou muscles papillaires* du ventricule gauche sont aplatis et présentent une face tournée vers la cavité ou l'axe du ventricule, et une face qui regarde la paroi ventriculaire. La première est lisse dans toute son étendue et configurée de telle sorte que les deux piliers rapprochés s'emboîtent ou s'engrènent exactel'un dans l'autre, ce qui se voit très bien sur une section transversale du cœur pratiquée vers le milieu de la hauteur des ventricules (*fig.* 11 et 12). Généralement le pilier postérieur est concave, tandis que l'antérieur est convexe; souvent les deux piliers sont divisés dans leur partie supérieure en deux ou trois piliers secondaires; dans ce cas, l'engrènement ne se produit pas moins par le rapprochement. Même lorsque les piliers sont simples, ils présentent à leur extrémité libre deux ou trois mamelons, d'où partent les cordages tendineux de la valvule mitrale. Sur un cœur que j'ai observé récemment, les deux piliers étaient unis, à leur angle supérieur gauche, par un faisceau musculaire arrondi, relié lui-même à la paroi de l'angle gauche du ventricule, et fournissant plusieurs cordages tendineux à la valvule.

Piliers ou muscles papillaires.

Face ventriculaire libre, lisse.

Emboîtement des deux piliers.

La face pariétale des piliers reçoit un grand nombre de trabécules musculaires, qui l'unissent étroitement, dans presque toute sa hauteur, à la paroi ventriculaire. La portion libre de cette face, généralement très peu étendue, varie d'ailleurs suivant les individus; dans plusieurs espèces animales (bœuf, cheval, etc.) elle est nulle, et les piliers sont de véritables pilastres terminés en mamelon. Dans le cœur humain, les trabécules musculaires qui établissent les

Face pariétale, unie à la paroi ventriculaire par de nombreuses trabécules.

[1] Cette circonstance explique le raccourcissement considérable des piliers cont actés et même leur disparition complète dans la paroi du cœur, observée par plusieurs physiologistes, pendant la systole du cœur.

adhérences des piliers doivent évidemment, en se contractant, appliquer très énergiquement ces derniers contre la paroi ventriculaire, au voisinage de l'angle gauche du ventricule. Il s'ensuit qu'au moment de la systole du cœur, toute la portion gauche de la cavité est occupée et comblée, comme l'avait très bien observé Bouillaud, par les piliers serrés l'un contre l'autre et faisant corps, pour ainsi dire, avec les parois; tandis qu'entre ces piliers et la cloison, il reste un espace parfaitement libre, que ne traverse aucune trabécule, aucun faisceau musculaire, espèce de canal à parois lisses, qui se continue directement, en haut, avec l'aorte, et auquel je propose de donner le nom de *canal aortique* (C. a, *fig.* 2). La paroi gauche de ce canal, formée en bas par les piliers, est complétée, en haut, par la valve droite de la mitrale, comme nous le verrons dans un instant.

L'angle gauche du ventricule est occupé, pendant la systole, par les piliers réunis.

Canal aortique.

Le pilier antérieur fournit des cordages tendineux à la partie antérieure du bord libre des deux valves de la mitrale et à la petite languette intermédiaire antérieure; le pilier postérieur, à la portion postérieure de ce bord et à la languette intermédiaire postérieure[1].

Cordages fournis par chaque pilier.

Attirés et serrés l'un contre l'autre dans l'angle gauche du ventricule, les piliers, en se raccourcissant, tendent les cordages tendineux et les valves de la mitrale, et entraînent celle-ci dans le même angle, en l'appliquant contre la paroi ventriculaire, dont la contraction, comme nous le verrons, a pour effet d'amener cette paroi vers l'axe du ventricule, c'est-à-dire à la rencontre de la valvule.

Action des piliers sur les valvules.

Quelle est, à ce moment, la forme de la valvule? La réponse à cette question ressort d'une étude attentive de la disposition de la valvule elle-même et de ses cordages.

Forme de la valvule mitrale pendant la systole.

La *valvule mitrale* (*fig.* 1, 2, 8, 19) est composée d'une valve droite (M. d.) et d'une valve gauche (M. g.), entre lesquelles se voient deux petites languettes intermédiaires, presque rudimen-

Valvule mitrale.

[1] Il n'est pas rare de rencontrer des cordages qui ne vont pas à la valvule. Sur un sujet que j'ai sous les yeux, le pilier antérieur fournit, à gauche, deux cordages tendineux sans connexions avec la valvule; l'un va s'insérer près de l'orifice auriculo-ventriculaire, à gauche de la petite valve, l'autre se fixe sur la paroi antérieure du ventricule, près de l'angle gauche, à un centimètre environ au-dessous de l'orifice.

taires, dont on fait ordinairement abstraction. La valve droite ou grande valve (*fig.* 1 et 2), de beaucoup la plus considérable, regarde la cloison et sépare l'orifice auriculo-ventriculaire gauche de l'orifice aortique; sa base présente un prolongement triangulaire qui s'avance entre les valvules sigmoïdes postérieure et antérieure gauche de l'aorte. La valve gauche (*fig.* 8), bien plus petite, répond à l'angle gauche du cœur.

Valve droite ou grande valve.

Valve gauche.

Chacune de ces valves a deux faces, l'une interne, tournée vers l'axe du ventricule, l'autre externe, regardant la paroi de cette cavité. La première est lisse sur les deux valves, et se continue directement, en haut, avec la surface interne de l'oreillette gauche; la seconde ne présente pas le même aspect sur la valve droite et sur la valve gauche. Sur la grande valve (*fig.* 1), cette face externe est lisse et d'apparence séreuse, libre d'adhérences, comme la face interne des vaisseaux; elle se continue, en effet, sans démarcation précise, avec la surface interne de l'aorte et des valvules sigmoïdes. Ce n'est que près de ses bords libres qu'elle présente des arcades fibreuses, peu saillantes du reste, résultant de l'anastomose des cordages tendineux de deuxième ordre qui viennent s'y fixer.

Face interne lisse

Face externe de la grande valve lisse.

Se continue avec la face interne de l'aorte.

La grande valve de la mitrale ne reçoit point de cordages de premier ordre; leur présence eût produit, sur sa face externe, des inégalités contre lesquelles se serait heurté le courant sanguin, qui doit, au contraire, glisser sur elle. Les cordages de deuxième ordre, au nombre de trois pour chacun des bords libres, proviennent, ceux du bord antérieur, du pilier antérieur, ceux du bord postérieur, du pilier postérieur. Rapprochés et tendus au moment de la systole, ces cordages, que la contraction des piliers attire dans l'angle gauche du ventricule, entraînent dans le même sens la grande valve de la mitrale, qui figure alors un large rideau, tendu obliquement entre la moitié droite de la circonférence de l'orifice auriculo-ventriculaire et la portion gauche de la paroi ventriculaire, masquant complètement cet orifice et se continuant directement, en bas, avec la surface lisse des piliers juxtaposés. La grande arcade répondant au sommet de la valve (A, *fig.* 1 et 2) et les petites arcades (a) sont effacées par suite du plissement des bords qui résulte du rapprochement des cordages de deuxième ordre, et comme les plis marginaux sont maintenus et comprimés par ces cordages, qui passent

La grande valve n'a pas de cordages de premier ordre.

Disposition de ses cordages de deuxième ordre.

Aspect de la grande valve au moment de la systole.

Plissement des bords libres.

au-dessus d'eux, il s'ensuit qu'ils ne sauraient être soulevés par l'impulsion du sang et que rien ne peut passer au-dessous de la grande valve.

Effet de la contraction de la paroi gauche du ventricule.

En même temps que la grande valve de la mitrale se meut de droite à gauche, pour se rapprocher de la paroi ventriculaire gauche, celle-ci, par suite de la contraction de ses fibres, se rapproche de la valve. La diminution du diamètre transversal du cœur, au moment de la systole, est un fait facile à constater et n'a été révoquée en doute par aucun observateur; elle est surtout marquée au niveau de la base des ventricules, et la direction des fibres musculaires nous explique fort nettement la manière dont elle se produit[1].

Trajet des fibres longitudinales gauches.

Quand, sur la face antérieure du cœur, on considère les fibres musculaires les plus élevées qui couvrent l'infundibulum (*fig.* 22), on voit ces fibres, obliques de haut en bas et de droite à gauche, passer de l'infundibulum sur le ventricule gauche, en continuant leur trajet oblique et même en se recourbant un peu en bas, pour se rapprocher de la direction verticale. Les fibres du ventricule gauche situées au-dessus des précédentes naissent de la portion gauche de la circonférence de l'artère pulmonaire, de la face antérieure de l'aorte et des portions antérieure, latérale gauche et postérieure de l'anneau fibreux qui entoure l'orifice auriculo-ventriculaire gauche. Toutes ces fibres suivent un trajet dont le plan se rapproche de plus en plus du plan vertical parallèle au bord gauche du cœur (*fig.* 25). Mais, dans ce plan, elles décrivent une courbe très marquée, surtout en haut, et dont la concavité regarde la cavité ventriculaire. En effet, à partir de leur origine, elles se portent d'abord presque directement à gauche, puis se recourbent en bas, en arc de cercle, pour suivre ensuite à peu près le bord gauche de l'organe.

Effet de leur contraction.

Il n'est nullement douteux que la contraction de ces fibres longitudinales gauches ne doive, avant tout autre effet, tendre à redresser leur courbure, et conséquemment à refouler la portion gauche des parois ventriculaires vers l'axe de la cavité. Ces parois et les valves de la mitrale marchent donc à la rencontre les unes des autres, et ne peuvent manquer d'arriver au contact dans une bonne

[1] V. Fr. Hesse, *l. c.*

portion de leur étendue, à partir du bord libre de la valvule. Ce contact est favorisé, d'autre part, et rendu plus intime par la pression sanguine qui s'exerce énergiquement, au moment de la systole ventriculaire, sur toute la surface interne du ventricule.

Face externe de la valve gauche ou petite valve inégale, irrégulière.

Sur *la valve gauche* ou *petite valve* de la mitrale (M. g., *fig.* 2, 8, 19) la face externe est inégale, irrégulière, parcourue dans toute sa hauteur par des cordages tendineux anastomosés, qui lui donnent une certaine rigidité. Il n'est pas rare de rencontrer des cas où de petits cordages fixés sur cette face viennent directement de la paroi ventriculaire.

Souvent fixée à la paroi par des cordages.

Cordages de cette valve.

Cette valve reçoit, de l'un et l'autre pilier, des cordages de premier et de deuxième ordre, qui se comportent comme il a été indiqué plus haut, et des cordages de troisième ordre, formant, au niveau du sommet de la valve, une arcade d'une certaine étendue (A), et sur les côtés, de petites arcades, semblables à celles de la grande valve. La contraction des piliers, en même temps qu'elle tend la petite valve, exerce sur ces arcades la même action que sur celles de la valve droite et détermine le contact de la petite valve avec la paroi ventriculaire. Dans ce mouvement d'abaissement et de tension, le sang qui se trouvait entre la petite valve et la paroi est refoulé de haut en bas et forcé de s'échapper par les fentes que laissent entre eux les cordages tendineux, pour gagner la partie centrale du ventricule. Les bords amincis de la valve, plissés par le rapprochement des cordages de premier ordre, se mettent en contact avec les plis analogues de la grande valve, et l'engrènement de ces deux ordres de plis, comprimés entre deux plans de cordages, produit une espèce de bourrelet qui détermine une occlusion hermétique de l'orifice que limitent les bords des valves.

Effets de la contraction des piliers sur la petite valve.

Sur le sang qui se trouve entre la valve et la paroi ventriculaire.

Engrènement des plis marginaux serrés entre deux plans de cordages.

Il est à remarquer que les cordages de troisième ordre, qui restent relâchés quand déjà les autres sont tendus, empêchent ce bourrelet d'être refoulé en haut par la pression sanguine, qui ne peut agir que dans un sens favorable à l'occlusion, en appliquant plus intimement encore les valves l'une contre l'autre.

Rôle secondaire de la petite valve.

La petite valve ne joue donc qu'un rôle secondaire dans l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire gauche. Mais il ne s'ensuit pas qu'elle soit inutile, puisqu'elle empêche une partie du contenu

Mais elle n'est pas inutile.

ventriculaire de retourner dans l'oreillette et que ses plis maginaux s'engrènent avec ceux de la grande valve.

Cet engrènement des plis maginaux des deux valves, condition essentielle d'une occlusion parfaite, peut faire défaut dans deux circonstances différentes, qui produisent l'une et l'autre *l'insuffisance mitrale*. Dans la première, qui s'observe le plus souvent, les bords des valves, indurés et épaissis par l'inflammation, sont devenus rugueux, bosselés, rigides et ne peuvent se justaposer sans laisser entre eux des espaces plus ou moins larges, de véritables orifices, à travers lesquels le sang, pressé par la contraction du ventricule, reflue dans l'oreillette, en produisant un *bruit de souffle*. Ces orifices, occupant le bord libre des valves abaissées, sont éloignés de la base du cœur de toute la hauteur de la valvule, et sont situés plus ou moins près du sommet du ventricule. C'est ce qui explique pourquoi le *souffle systolique,* qui, de l'aveu unanime des pathologistes, *constitue le signe pathognomonique de l'insuffisance mitrale, a son maximum d'intensité près de la pointe du cœur,* fait qui contredit manifestement la théorie du soulèvement passif des valvules.

Insuffisances mitrales.

Par suite d'endocardite.

Souffle systolique à la pointe.

Mais l'occlusion n'est parfaite, même les valvules étant intactes, qu'à la condition que les cordages soient tendus, c'est-à-dire que les piliers se contractent avec une énergie suffisante. Aussi toutes les causes d'affaiblissement du cœur donnent-elles naissance aux symptômes de l'insuffisance mitrale, et cette insuffisance peut être temporaire ou permanente, suivant que l'asystolie présente l'un ou l'autre de ces caractères.

Insuffisance mitrale par faiblesse des contractions cardiaques.

Peacock et Skoda.

Depuis longtemps Peacock et Skoda ont fait connaître des cas de fièvre typhoïde accompagnés de tous les symptômes d'une insuffisance mitrale, dont on ne trouve plus aucune trace pendant la convalescence. Plus récemment, M. Gangolphe a signalé, dans sa thèse inaugurale, des cas d'ictère dans lesquels l'introduction dans le sang de certains matériaux de la bile avait déterminé un affaiblissement notable des contractions cardiaques et une *insuffisance mitrale passagère*. D'autre part, M. Jaccoud rapporte dans le *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques* une observation d'insuffisance mitrale dans laquelle l'autopsie ne révéla aucune lésion valvulaire, mais seulement une dégénérescence graisseuse

Gangolphe.

Jaccoud.

du myocarde. M. Raynaud cite un fait analogue dans son article Cœur du même dictionnaire, t. VIII, p. 625. Maurice Raynaud.

« Il est incontestable qu'une sorte de *paralysie des muscles pa-* « *pillaires* et du tissu cardiaque lui-même, de même que certaines « affections du cœur (dégénérescence graisseuse et parenchyma- « teuse) peuvent, en occasionnant une dilatation considérable des « cavités du cœur gauche, donner lieu à une insuffisance relative « de la valvule mitrale. C'est ainsi que, dans le typhus et autres « fièvres organiques graves, il se développe des insuffisances val- « vulaires transitoires, disparaissant après la guérison de la ma- « ladie. » (Friedereich, *Traité des maladies du cœur*, trad. française, p. 416, 1873.) Friedreich.

« On a observé des cas, dit M. Peter (*Traité clin. et prat. des maladies du cœur*, p. 476, 1883), dans lesquels, avec un bruit « de souffle systolique et sous le mamelon perçu pendant la vie, on « constatait à l'autopsie l'intégrité de la valvule mitrale », et l'on a expliqué ce souffle par la dilatation de l'anneau fibreux sur lequel les valvules sont implantées. « Mais lorsque l'anneau ventriculaire « s'élargit, les valvules qui s'y insèrent s'élargissent parallèlement et « l'insuffisance valvulaire ne peut avoir lieu. Il y a même des cas « où le souffle de l'insuffisance peut être perçu avec l'intégrité aussi « bien de l'anneau tendineux que des valvules, et alors, pour se « tirer d'embarras, on a essayé de démontrer que la raison de l'in- « suffisance se trouve dans la dilatation des ventricules, les tendons « valvulaires, ne se développant pas parallèlement à la dilatation du « ventricule deviendraient trop courts, et au moment de la systole « empêcheraient le redressement et la coaptation de la valvule : « d'où l'insuffisance mitrale. Peter. Dilatation du ventricule.

« Mais pour rester dans la réalité, on doit avouer qu'il y a des « faits où même cette explication est insuffisante et où l'on ne peut « découvrir anatomiquement la raison d'un souffle systolique en- « tendu à la pointe pendant la vie.

« Je crois, quant à moi, que ce souffle d'insuffisance mitrale sans « lésion valvulaire peut n'être point dû à une dilatation de l'orifice « (sans élargissement parallèle des larves valvulaires) ou à une di- « latation des ventricules (sans allongement parallèle des tendons), « mais qu'il résulte en réalité d'une *atonie* du muscle ventriculaire Insuffisances sans dilatation.

« gauche, atonie qui fait que sa contraction est impuissante à déter-
« miner l'exacte juxtaposition des lames valvulaires mitrales, d'où
« l'insuffisance. Cette insuffisance mitrale *fonctionnelle* est ana-
« logue à l'insuffisance tricuspide que l'on observe dans certains
« cas de chlorose. Ici l'atonie du muscle ventriculaire droit entraîne
« la non-juxtaposition des lames tricuspides, le souffle tricuspidien
« et le pouls veineux.

Atonie ventriculaire.

« Ce qui le prouve, c'est le traitement, qui ne pourrait faire
« passer une dilatation de l'orifice tricuspidien, ni un raccourcis-
« sement des piliers tendineux », mais qui guérit néanmoins l'in-
suffisance.

L'explication donnée par M. Peter est parfaitement exacte, si ce qu'il dit de l'atonie s'applique principalement *aux piliers* du ventricule gauche, attendu que sur le cadavre les valves se soulèvent par le simple afflux de liquide dans la cavité du ventricule et se juxtaposent exactement dès que la moindre pression est exercée à la surface du cœur.

Atonie des piliers.

M. Peter l'a compris lui-même, comme le montre le passage suivant de son livre : « Parfois on peut constater un très léger souffle
« au premier temps et au-dessous du mamelon, lequel n'est pas dû
« à l'infiltration graisseuse, mais à une légère insuffisance valvu-
« laire, conséquence de l'athérome ou de l'état crétacé de l'endo-
« carde de la valvule mitrale ou encore à *la faiblesse des muscles*
« *papillaires, impuissants dans leur action de tenseurs des valvules* » (*l. c.*, p. 251).

Il résulte de l'analyse à laquelle nous venons de nous livrer, que les deux valves de la mitrale, au moment de la systole ventriculaire, s'appliquent l'une sur l'autre et sur la paroi ventriculaire gauche (*fig.* 26) dans la plus grande partie de leur étendue. Mais au voisinage de l'orifice auriculo-ventriculaire, lequel est compris entre les deux valves, elles s'écartent l'une de l'autre, comme les deux faces d'un coin, et laissent entre leurs bords correspondants un espace triangulaire, par lequel le sang, comprimé pendant la systole, pourrait retourner dans l'oreillette, s'il ne rencontrait là deux petites languettes membraneuses accessoires (L, L. *fig.* 19), de forme triangulaire, qui sont interposées entre les bords des valves principales. Munies, comme ces dernières, de cordages de premier, de

Rôle des petites valves accessoires.

deuxième et de troisième ordre, ces valves accessoires fonctionnent de la même façon.

Je ferai remarquer, enfin, que dans cette portion supérieure de la valvule où la grande valve reste écartée quelque peu de la petite valve, elle correspond, par sa face supérieure et gauche, à l'orifice auriculo-ventriculaire et peut être soulevée plus ou moins par la pression du sang, de manière à présenter une convexité légère, un dôme, comme on l'a dit, au doigt qui explore les cavités du cœur par l'oreillette. Peut-être même les petites languettes intermédiaires sont-elles soulevées également, ce qui produirait jusqu'à un certain point le *dôme multiconcave* de M. Chauveau. Mais la valve gauche de la mitrale, appliquée tout entière contre la paroi ventriculaire, ne peut, en aucune circonstance, contribuer à la formation de ce dôme [1].

Explication du dôme de M. Chauveau.

Dès que les piliers ont commencé à se contracter, l'occlusion est parfaite, et pas une goutte de sang ne peut refluer de la cavité ventriculaire dans l'oreillette. La systole terminée, le sang coule de l'oreillette dans le ventricule, en écartant légèrement la grande valve de la petite. Une nouvelle contraction ramène les valves au contact et ainsi de suite. De petites oscillations de la valve droite, voilà donc, en somme, à quoi se réduisent les mouvements de la valvule mitrale et l'occlusion est subite et complète, dès que la contraction commence.

Mouvement de la valvule.

On ne saurait trop admirer ce mécanisme si simple et si efficace, surtout si on le compare à ce qui devrait se passer dans l'hypothèse de l'occlusion passive, où les deux valves ont à parcourir un espace considérable, puisque, abaissées et verticales pendant la diastole ventriculaire, elles doivent s'élever jusqu'à l'horizontale et même au-delà dans la systole. Or, pendant tout le temps nécessaire à ce mouvement d'élévation, le sang trouve l'orifice auriculo-ventriculaire largement ouvert. Une portion notable du contenu ventriculaire retournerait donc dans l'oreillette.

Simplicité du mécanisme.

[1] Je suis porté à croire que la contraction musculaire, quelque brusque qu'elle soit, progresse néanmoins de la base vers la pointe du cœur, de même qu'elle descend des embouchures des veines aux oreillettes et de celles-ci aux ventricules. Il s'ensuivrait que le premier effet de la systole ventriculaire serait de pousser dans le ventricule le sang qui, à ce moment, se trouve entre les valves de la mitrale.

Espace où le sang est logé après l'occlusion.

Une fois la valvule fermée, le sang du ventricule se trouve confiné dans un espace régulier, cylindroïde, dont les parois, lisses, formées à droite par la surface de la cloison, à gauche par la grande valve et la face ventriculaire des piliers, n'offrent ni saillies, ni anfractuosités et se continuent presque sans limite distincte avec la cavité de l'aorte. C'est ce qui permet au ventricule de *se vider complètement*, comme l'ont constaté presque tous les observateurs. Dans les théories anciennes, le sang occupe un espace irrégulier, anfractueux, à parois inégales, parcouru par de nombreux cordages et par les piliers musculaires ; une certaine quantité est logée dans la concavité du dôme formé par les valves. Ce sang, engagé comme dans un cul-de-sac, ne trouve pas d'issue pendant la systole et retombe forcément dans le ventricule dès que la contraction cesse.

Évacuation complète du ventricule.

Impossible dans les théories anciennes.

Le ventricule ne pourrait donc se vider complètement, ce qui serait un vice de fonctionnement contre l'existence duquel protestent toutes les bonnes observations.

La valvule conserve toujours la même forme, pendant la systole comme pendant la diastole ventriculaire, la *forme d'un entonnoir aplati de droite à gauche*, dont la base est fixée à l'anneau fibreux de l'orifice auriculo-ventriculaire et dont le sommet, s'avançant dans la cavité du ventricule, s'ouvre et se ferme alternativement par l'écartement et le rapprochement de ses deux lames [1].

La valvule conserve toujours la même forme.

Cette forme si constante est aussi celle que présente la valvule lorsque, à la suite d'endocardite, les valves sont devenues rigides en tout ou en partie, par sclérose. Les différences que l'on observe tiennent uniquement aux divers degrés de rétraction qui accompagnent cette sclérose [2].

[1] J'avais l'habitude, dans mes leçons, de figurer la valvule mitrale par mes deux mains appliquées l'une contre l'autre par leurs faces palmaires, les doigts représentant les cordages tendineux, les paumes formant les deux valves, et les gouttières entre l'éminence thénar et l'éminence hypothénar de chaque main constituant ensemble l'orifice auriculo-ventriculaire. Un léger écartement de la portion inférieure de la main droite donnait l'image de la diastole, son contact avec la main gauche répondait à la systole.

[2] Voici un exemple, parmi cent, de valvule mitrale sclérosée ; je le prends dans les *Bulletins de la société anatomique*, p. 618, 1880 : Souffle au 1er temps, à la pointe ; dédoublement du 2e bruit ; cœur énorme. « *Valves de la mitrale complètement sou-* « *dées formant une espèce de cône renversé, ouvert inférieurement par une bou-* « *tonnière toujours béante.* » (Insuffisance mitrale avec rétrécissement.) »

B. — Ventricule droit.

Pour étudier la valvule tricuspide, il est absolument indispensable d'ouvrir le ventricule droit par le seul procédé qui laisse cette valvule intacte dans toutes ses parties. Ce procédé consiste à introduire une sonde cannelée dans le ventricule par l'orifice pulmonaire et à inciser sur elle toute la paroi antérieure du cœur, très près du sillon longitudinal antérieur. Pour se donner plus de jour, on peut, à cette incision, en ajouter une autre, parallèle au sillon circulaire, et soulever ou même exciser le lambeau triangulaire ainsi formé (*fig.* 4, 5, 7). Comment il faut ouvrir le ventricule droit.

Le ventricule droit, appliqué comme en écharpe sur la portion droite et antérieure du ventricule gauche, a la forme d'un segment de cône coupé suivant son axe et dont la surface de section serait recourbée transversalement. Forme du ventricule droit.

Sa cavité est aplatie et, de même que celle du ventricule gauche, présente à considérer trois parois : une paroi interne ou gauche, convexe, appartenant à la cloison, qui fait une saillie considérable dans le ventricule droit, et deux parois externes ou droites, concaves, l'une antérieure, l'autre postérieure, se réunissant entre elles en un angle arrondi (angle externe) au niveau du bord droit du cœur, et formant avec la paroi interne un angle antérieur et un angle postérieur, tous deux très aigus (*fig.* 11 et 12). Cavité aplatie. Angle externe ou droit.

Le sommet du ventricule droit est occupé, chez l'homme, par une multitude de trabécules musculaires anastomosées dans tous les sens et constituant, comme on l'a dit, une sorte de tissu caverneux (*fig.* 3, 4 et 9) ; ce tissu est généralement bien plus développé qu'à gauche et se prolonge dans les angles internes du ventricule, mais surtout dans l'angle postérieur. Les piliers du ventricule prennent leurs racines dans ce tissu caverneux. On admettait autrefois que le tissu caverneux des ventricules était destiné à battre le sang Sommet. Tissu caverneux.

« La maladie aidant, dit M. Raynaud (*Dict. de méd. et de chir. pratiques*, t. VIII, « p. 610, 1868), elle s'immobilise dans cette position et constitue une sorte d'enton- « noir aplati d'avant en arrière et qui présente un orifice tout à fait au sommet. »

et à opérer un mélange plus intime de ses diverses parties. Ces idées mécaniques ont été abandonnées et l'on doit penser aujourd'hui que tous ces faisceaux musculaires n'ont d'autre fonction que celle d'empêcher, par leur élasticité, la distension trop grande du ventricule et d'effacer complètement, en se contractant, la cavité ventriculaire à leur niveau.

Son rôle.

Muscles papillaires ou piliers.

Les muscles papillaires ou piliers du ventricule droit, bien moins développés que ceux du ventricule gauche, présentent de grandes différences individuelles. Cependant, au milieu des variétés innombrables qu'on rencontre, on reconnaît qu'il existe toujours un *pilier antérieur* (P. a., *fig.* 3, 4), naissant de la paroi antéro-externe du ventricule, au voisinage de l'angle antérieur, à peu près au niveau du milieu de la hauteur de la cavité, par des faisceaux musculaires multiples, dont la plupart proviennent de la paroi antérieure. Ce pilier, ordinairement le plus considérable de ceux du ventricule droit, est aplati de dedans en dehors, libre dans toute son étendue et terminé le plus souvent par deux ou trois sommets, d'où partent des cordages tendineux destinés aux deux valves externes de la tricuspide et à la petite languette intermédiaire; quelquefois il est divisé en deux piliers distincts. Du bord antérieur de sa base se détache constamment un faisceau musculaire arrondi, légèrement aplati, qui se dirige en avant, se recourbe en arc de cercle pour remonter ensuite le long de la cloison et se continuer avec un faisceau longitudinal de celle-ci, en formant avec le pilier et ce dernier faisceau une anse à concavité supérieure, qui limite en bas ce que j'ai appelé le *canal pulmonaire* (C. p., *fig.* 4).

Pilier antérieur.

Canal pulmonaire.

En arrière, près de l'angle postérieur et vers le tiers inférieur de cet angle, un ou plusieurs petits piliers, le plus souvent deux, qu'on peut appeler *piliers postérieurs* (P. p., *fig.* 3, 7, 9), naissent, par des faisceaux convergents et anastomosés, de la cloison ou plutôt du tissu caverneux qui occupe l'angle postérieur et le sommet du ventricule. Les cordages tendineux qui s'en détachent vont se rendre aux bords postérieurs de la valve postéro-externe et de la valve interne, ainsi qu'à la languette accessoire postérieure. Enfin, de la cloison elle-même se détachent de nombreux cordages tendineux, dont les uns partent directement de sa surface,

Piliers postérieurs.

Cordage naissant directement de la cloison.

tandis que les autres naissent du sommet de petits mamelons musculaires (M. *fig.* 3, 4, 7), ou même de véritables piliers plus ou moins rudimentaires. Un petit pilier se voit très souvent vers la partie moyenne de la cloison (P. p'., *fig.* 9).

Quel que soit le mode d'origine de ces cordages, il suffit d'enlever l'endocarde au voisinage de leur insertion pour s'assurer qu'il sont toujours les terminaisons ou les tendons de faisceaux musculaires ayant la même direction qu'eux et dont la contraction, par conséquent, a pour effet de les tendre, et cette circonstance montre qu'il est parfaitement indifférent, au point de vue physiologique, que les cordages naissent au sommet d'un muscle papillaire plus ou mois détaché de la paroi cardiaque, d'un simple mamelon musculaire, ou directement de la surface interne du ventricule, puisque les faisceaux musculaires dont les cordages sont les tendons existent dans tous ces cas. C'est aussi ce qui explique les nombreuses variétés individuelles ou d'espèce à espèce qu'on rencontre sous ce rapport, sans que le mécanisme des valvules en soit aucunement modifié. Signification de ces cordages.

Les piliers antérieur et postérieurs, dont les sommets sont écartés de la cloison par le sang qui s'écoule de l'oreillette dans le ventricule, sont appliqués et pressés contre elle, au moment de la systole ventriculaire, de même que les parois externes du ventricule, qui les fournissent en grande partie. C'est ce qui résulte de la conformation de ces parois et de la direction de leurs fibres. En effet, tandis que le ventricule gauche possède des parois à peu près d'égale épaisseur, qui, en se contractant, se portent concentriquement vers l'axe de la cavité (*fig.* 11, 12), le ventricule droit nous offre une paroi interne, constituée par la cloison, beaucoup plus épaisse et plus rigide que les parois externes, qui sont molles et flasques à l'état de relâchement. Or, la cloison, appartenant principalement au ventricule gauche, devient plus convexe pendant la systole. Le resserrement et l'effacement de la cavité ventriculaire droite ne peuvent donc s'effectuer que si les parois externes se portent vers la cloison et s'appliquent sur elle. Les fibres musculaires de ces parois sont admirablement disposées dans ce but : sur un cœur dont on a enlevé le péricarde (*fig.* 2), on reconnait que le long du bord droit les fibres du cœur forment des anses ou

Les piliers sont pressés contre la cloison pendant la systole.

Épaisseur différente des parois du ventricule droit.

Manière dont il se resserre.

Fibres musculaires.

arcs de cercle dont le plan est presque perpendiculaire à l'axe du ventricule droit.

Observation sur l'animal vivant.

Il est facile, du reste, de s'assurer de ce mode de contraction du ventricule droit sur un animal vivant. Quand on a mis à nu le cœur d'un chien, soumis à la respiration artificielle, on constate que la paroi externe vient coiffer la cloison, en refoulant le sang de bas en haut. Ce fait a été parfaitement observé par Kuerschner : « Il semble, dit-il, que la paroi externe se gonfle au voisinage de l'orifice auriculo-ventriculaire, tandis que vers la pointe *elle paraît appliquée sur la cloison*[1]. »

Valvule tricuspide.

Valves.

La *valvule tricuspide*, comme son nom l'indique, se compose de trois valves : l'une d'elles (T.i., *fig.* 9, 15, 20 et 21) est interne et appliquée sur la cloison; les deux autres externes sont, l'une antérieure l'autre postérieure. Il y a, en outre, *deux languettes valvulaires intermédiaires* (L. L, *fig.* 20, 21) situées, l'une, entre la valve externe et antérieure et la valve externe et postérieure, l'autre, entre celle-ci et la valve interne. La première est peu développée et manque quelquefois ; la seconde est très grande, parfois presque aussi grande que la valve interne.

Languettes intermédiaires.

Valve interne ou de la cloison.

Fixée par ses cordages sur la cloison, chez le chien et le cheval.

Cette *valve interne* ou *de la cloison* est appliquée directement et étalée sur cette paroi par ses cordages tendineux. Chez le chien, ces cordages, très nombreux, se détachent de toute l'étendue du bord inférieur de la valve et prennent des directions divergentes pour se fixer directement sur la cloison interventriculaire (*fig.* 15) ; la même disposition s'observe chez le cheval (*fig.* 21). Sur le bœuf, et aussi chez l'homme, les cordages antérieurs seuls, et quelquefois les cordages moyens, s'insèrent directement sur la cloison, tandis que les cordages postérieurs vont se fixer à une des sommités des piliers postérieurs (*fig.* 9). La contraction de ces piliers et, en général, la la contraction des fibres musculaires qui font suite aux cordages tendineux, a indubitablement pour effet d'étaler cette valve et de l'appliquer étroitement sur la surface convexe et lisse que présente la cloison à ce niveau, en même temps qu'elle expulse le sang qui se trouve entre ces parties.

Elle est étalée sur la cloison par les piliers contractés.

A cet effet concourent aussi les cordages nombreux qui, venus

[1] Kuerschner, *loc. cit.*, p. 39.

de la cloison, s'insèrent sur la face pariétale de la valve interne. Tous ces cordages donnent un aspect rugueux et extrêmement irrégulier (*fig.* 20) à cette face de la valve interne, à laquelle ils ne permettent de s'écarter que très peu de la cloison.

Aspect rugueux de la face pariétale de la valve interne.

En raison de cette mobilité restreinte, la valve interne, étalée pendant la systole ventriculaire à la surface de la cloison, ne contribue en rien à l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire. Mais, de même que la valve gauche de la mitrale, elle force le sang interposé entre elle et la cloison à passer dans le ventricule et l'empêche de traverser cet orifice pour retourner dans l'oreillette.

Fonction de la valve interne.

Sa mobilité restreinte.

La *valve externe et antérieure* (T. e. a, *fig.* 3, 4, 7, 9, 20, 21) est la plus considérable des trois; c'est aussi la plus importance au point de vue fonctionnel. De forme irrégulièrement quadrilatère et adhérente par son bord supérieur à l'anneau fibreux de l'orifice auriculo-ventriculaire, elle reçoit par son bord antérieur, très court, un grand nombre de petits cordages divergents, partant presque toujours d'un même point de la cloison interventriculaire, point situé à 13^{mm} environ au-dessous du bord inférieur de la valve sigmoïde correspondante; souvent cette origine est constituée par un mamelon musculaire (M, *fig.* 3, 4) plus ou moins développé, qui n'est autre chose que l'extrémité d'un faisceau aplati et transversal de fibres musculaires divergentes, faisceau dont la contraction produit la tension des cordages antérieurs de la valve. De ces cordages divergents, le plus inférieur, dirigé en bas et en arrière, forme, en s'anatomosant avec le cordage le plus antérieur né du pilier antérieur (P.a., *fig.* 3, 4, 7, 20), une arcade (A), dont la concavité est dirigée en avant et un peu en bas, et qui représente le bord libre de la valve. Cette arcade, tendue à ses deux extrémités par des faisceaux musculaires, s'applique intimement, au moment de la systole ventriculaire, sur la cloison, qui est parfaitement lisse et régulière à ce niveau; de sorte qu'il ne reste alors, entre ce bord, extrêmement mince, et le septum, aucun interstice permettant au sang de s'introduire sous la valve pour gagner l'orifice auriculo-ventriculaire : l'occlusion est donc complète à ce niveau (*fig.* 3, 7).

Valve antérieure.

Forme quadrilatère.

Bord antérieur.

Origine des cordages qui vont à ce bord.

Arcade formée par l'anastomose du cordage le plus inférieur du bord antérieur avec le cordage antérieur du pilier antérieur.

Les cordages divergents situés au-dessus du précédent sont des cordages de deuxième ordre, adhérents à la valve antérieure dans toute leur étendue, anastomosés en arcade avec des cordages sem-

Cordages situés au-dessus du précédent.

blables venus du pilier antérieur et fournissant des cordages de troisième ordre au bord antérieur de la valve. Le cordage le plus élevé, enfin, oblique en haut et en arrière, est un cordage de premier ordre, adhérent dans presque toute sa longueur et fournissant, à droite, de petits cordages de troisième ordre pour la valve interne; à gauche, des cordages de deuxième ordre, anastomosés en arcade comme les autres.

Quelquefois plusieurs cordages naissent isolément de la cloison, au-dessus de mamelon principal et sur une ligne obliquement ascendante.

Bord postérieur de la valve antérieure.

Le bord postérieur de la valve antérieure, confondu dans sa portion supérieure avec le bord correspondant de la valve postérieure, ou avec la petite languette intermédiaire, donne insertion, par sa portion inférieure, à des cordages provenant du pilier antérieur, cordages qui sont anastomosés, comme nous l'avons vu, avec ceux du mamelon antérieur.

Fonction de la valve antérieure. L'occlusion a lieu par la tension de sa grande arcade à la surface de la cloison.

La valve antérieure et externe a donc pour fonction de fermer l'orifice auriculo-ventriculaire en avant et en dehors, et cette occlusion a lieu par la tension de sa grande arcade à la surface de la cloison.

Valve postérieure.

La *valve postérieure* (T. e. p.), plus petite que l'antérieure, reçoit, en avant, du pilier antérieur, en arrière, des piliers postérieurs, des cordages dont la disposition est la même que sur la valve antérieure; elle présente à son sommet une grande arcade analogue, mais inférieure en étendue, à celle de la valve antérieure, arcade qui, sous l'influence de la contraction des piliers, se tend et s'applique sur la convexité de la cloison, en masquant l'orifice auriculo-ventriculaire en dehors et en arrière[1].

Sa fonction.

Mode d'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire droit.

Il ressort de cet exposé que l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire droit résulte essentiellement de l'application intime de la valve antérieure et de la valve postérieure de la tricuspide sur la cloison interventriculaire, déjà recouverte par la valve interne, et de la tension, par suite de la contraction des piliers, des arcades

[1] C'est ce qui a lieu certainement chez le chien. Mais il se pourrait que, dans certaines espèces et chez l'homme, en particulier, cette valve, au lieu de s'étendre comme la valve antérieure, se plissât, au contraire, comme la valve droite de la mitrale. C'est un point qui reste à vérifier.

qui forment le bord inférieur des deux premières valves. Cette application des deux valves externes sur la valve interne et sur la la cloison devient plus intime encore par la pression sanguine développée par la contraction des parois musculaires externes du ventricule, qui viennent également comprimer directement la cloison, une fois le sang expulsé [1].

De même que dans le ventricule gauche, nous voyons ici une des valves, c'est-à-dire la portion gauche de la valvule, s'appliquer dans toute son étendue sur la paroi ventriculaire, tandis que la portion droite correspond, dans la partie supérieure de son étendue, à l'orifice auriculo-ventriculaire, où n'étant pas soutenue par des plans musculeux, elle peut devenir légèrement convexe en haut, se soulever en *dôme*, comme on a dit, sous l'influence de la pression sanguine. En raison de la convexité considérable que présente la cloison, convexité qui augmente encore au moment de la systole, la portion droite de la tricuspide ne pouvait s'étaler convenablement à sa surface que grâce à une incisure pratiquée sur sa portion moyenne : c'est ainsi que, dans les hôpitaux, nous divisons les bords d'un emplâtre de diachylon, par exemple, que nous voulons appliquer sur une partie convexe du corps. Voilà, je crois, pourquoi il existe trois valves à droite, tandis qu'il n'y en a que deux à gauche.

Pourquoi y a-t-il trois valves à droite ?

Au peu de développement des piliers du ventricule droit se joint une autre cause d'infériorité pour la valvule tricuspide : c'est la faiblesse de la pression sanguine, qui, comme nous l'avons vu, vient énergiquement en aide, à gauche, à l'action des muscles papillaires. Une disposition particulière des fibres musculaires des parois ventriculaires, rappelant d'une manière frappante celle qui s'observe chez les oiseaux, remédie en grande partie à ces deux inconvénients.

Causes de faiblesse de la valvule tricuspide.

On sait que, chez les oiseaux, le valvule tricuspide fait complètement défaut. L'orifice auriculo-ventriculaire droit est fermé, pendant la systole, par une large bande musculaire (C, *fig.* 5) qui circonscrit les deux tiers externes du pourtour de cet orifice et qui,

Absence de valvule tricuspide chez les oiseaux.

Bande musculaire qui ferme l'orifice auriculo-ventriculaire droit.

[1] On comprend que les ampoules des sondes exploratrices interposées aux valves soient, à ce moment, refoulées en haut, où elles rencontrent moins de résistance.

fixée à ses deux extrémités dans les angles que la cloison forme avec la paroi externe, fixée par son bord supérieur à cette dernière, présente un bord inférieur libre et aminci. Ce bord inférieur s'adapte si exactement à la cloison que, pendant la contraction, la surface de cette dernière semble se continuer sans interruption avec la surface externe de la bande musculaire, et que toute communication entre le ventricule et l'oreillette se trouve interrompue.

Cette espèce de demi-sphincter a été considérée comme une valvule tricuspide perfectionnée, dont la structure musculaire rendrait le fonctionnement plus efficace[1]. Mais on ne saurait accepter cette interprétation, attendu que la même bande musculaire s'observe également chez l'homme. On voit, en effet, dans le cœur humain, un faisceau musculaire très épais (C. *fig.* 3 et 4), né de la paroi postérieure de l'infundibulum, descendre obliquement à droite, sur la face interne de la paroi ventriculaire externe, sur laquelle il forme un relief très saillant, et, après un trajet de 3-4 centimètres, se perdre dans cette dernière, au niveau du sommet du pilier antérieur. Lorsque, au moment de la systole, la paroi externe est appliquée sur la cloison, ce faisceau comprime les valves superposées de la tricuspide et semble continué sans interruption par le pilier antérieur et son prolongement antérieur, avec lesquels il forme une sorte de cadre ou de bourrelet semi-circulaire, limitant la cavité ventriculaire en arrière et en bas, tandis qu'en avant, entre ce cadre et l'angle antérieur du ventricule, il reste un espace cylindroïde, aplati, ayant exactement la direction et, à peu près, le calibre de l'artère pulmonaire, avec laquelle il se continue. C'est dans cet espace, remarquable par l'aspect lisse de ses parois, que le sang est refoulé avant de passer dans l'artère pulmonaire. On pourrait le désigner sous le nom de *canal pulmonaire* (C. p., *fig.* 4), et la bande musculaire en question m'a paru mériter celui de *muscle compresseur* de la valvule tricuspide.

Cette bande existe aussi chez l'homme.

Canal pulmonaire.

Muscle compresseur de la tricuspide.

Le demi-sphincter musculaire de l'orifice auriculo-ventriculaire droit des oiseaux, loin de constituer une valvule tricuspide perfectionnée, ne représente donc qu'un des éléments surajoutés à la

[1] V. Sabatier, *Étude sur le cœur*, etc., thèse pour le doctorat ès sciences naturelles, p. 124, Paris, 1873.

tricuspide des mammifères, laquelle fait complètement défaut chez les premiers[1].

A droite, comme à gauche, nous voyons donc la contraction musculaire des piliers jouer le rôle essentiel, sinon le seul, dans le jeu des valvules auriculo-ventriculaires. Mais l'effet direct de cette contraction n'est pas le même des deux côtés, bien que le résultat final soit identique. Les valves de la mitrale sont tendues dans le sens de la longueur, mais plissées à leurs bords libres, et leurs plis engrenés sont serrés entre deux plans de cordages tendineux juxtaposés. Les valves de la tricuspide sont tendues dans tous les sens et étalées dans toutes leurs parties à la surface de la cloison, sur laquelle leurs bords amincis ne font plus le moindre relief.

Les piliers jouent le rôle principal dans l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires.

Mais ils agissent différemment à droite et à gauche.

CONCLUSIONS.

Des recherches consignées dans ce travail découlent les conclusions suivantes :

1° L'expérience de Lower, consistant à faire passer un courant de liquide à travers les cavités du cœur, ne saurait donner une idée exacte du mode de fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires;

2° Les vivisections, en déterminant un affaiblissement notable des contractions cardiaques, modifient sensiblement le jeu de ces mêmes valvules;

3° Les muscles papillaires des valvules se contractent en même temps que l'ensemble des parois ventriculaires;

4° La contraction des muscles papillaires a pour effet la tension des cordages tendineux et l'abaissement des valvules. Cet effet se produit malgré le raccourcissement systolique du diamètre longitudinal des ventricules, admis par la plupart des auteurs;

5° Les muscles papillaires du ventricule gauche sont disposés

[1] Un détail intéressant, c'est l'existence, au-dessus du bord supérieur du demi-sphincter des oiseaux, d'un petit orifice ou canal, conduisant dans l'artère pulmonaire, comme l'indique le stylet qui y est engagé dans la figure 5. Grâce à cet artifice, la petite quantité de sang qui, au moment de la systole, pourrait être emprisonnée entre la face supérieure du demi-sphincter et la paroi ventriculaire, peut s'échapper dans l'artère pulmonaire.

de façon à s'emboîter l'un dans l'autre et à combler la portion gauche de la cavité ventriculaire. En se contractant, ils attirent à gauche les deux valves de la mitrale, qu'ils appliquent l'une sur l'autre et contre la paroi du ventricule, et dont les bords libres sont froncés. La valve droite joue le rôle essentiel dans l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire; mais la valve gauche n'est pas inutile, non plus que les deux languettes valvulaires accessoires;

6° Le mode de resserrement du ventricule droit diffère notablement de celui du ventricule gauche, ce qui a nécessité des dispositions particulières dans la valvule tricuspide;

7° Les muscles papillaires du ventricule droit, en se contractant, appliquent et étalent les valves de la tricuspide à la surface de la cloison. La forme convexe de cette dernière rend compte de l'existence de trois valves dans le cœur droit;

8° Il y a dans le paroi ventriculaire droite un gros faisceau musculaire dont l'action supplée celle de la pression sanguine, si considérable dans le ventricule gauche. Ce faisceau musculaire est l'analogue du demi-sphincter qui remplace la valvule tricuspide dans le cœur des oiseaux.

9° Le bruit de souffle systolique, signe caractéristique de l'insuffisance mitrale, ayant son maximum d'intensité près de la pointe du cœur, prouve indubitablement que les valves de la mitrale sont abaissées pendant la systole ventriculaire.

10° Les insuffisances passagères qui accompagnent les maladies avec atonie du cœur (fièvre typhoïde, ictère, dégénérescence graisseuse du cœur), ne peuvent s'expliquer que dans la théorie de l'occlusion active des orifices par la contraction des muscles papillaires.

II. — Historique et critique des théories anciennes.

On peut ranger en deux catégories distinctes toutes les théories relatives au fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires, suivant qu'elles font intervenir ou non la contraction des muscles papillaires des ventricules. Division des théories en deux groupes.

Laissant de côté les idées qu'on attribue à Erasistrate et à son école, je commencerai cet exposé des opinions anciennes par celle de Galien. Ce célèbre médecin admettait que le cœur s'allonge dans la systole : « Les fibres longues du cœur, dit-il[1], venant à se contracter, tandis que toutes les autres sont relâchées ou distendues, il diminue de longueur, mais il augmente de largeur. Au contraire, vous le verrez se contracter si les fibres longues se relâchent, tandis que les fibres disposées en largeur se replient. » Galien.

Au sujet des valvules, Galien s'exprime ainsi : « Quand le cœur se dilate, chacun de ces ligaments (colonnes charnues et cordages), tendu par l'écartement même du viscère, tire à lui et renverse, pour ainsi dire, la membrane sur le corps même du viscère. Les membranes étant donc toutes trois repliées circulairement sur le cœur, les orifices des vaisseaux s'ouvrent et le cœur attire facilement, par une large voie, les matières contenues dans ces vaisseaux[2]. » Ainsi, pour Galien, les cordages sont tendus et les valvules abaissées pendant la diastole, par suite de l'élargissement transversal du cœur.

La doctrine de Galien régna exclusivement, sauf quelques légères variantes, jusqu'à Harvey. Vésale lui-même enseigne que le *cœur devient plus gros et plus court en se dilatant, plus long en se contractant*[3], et c'est cette opinion que soutenait Riolan, l'adversaire acharné de Harvey et de la circulation : « Quand la pointe du cœur se rapproche de la base, c'est que le sang afflue dans l'organe; quand, au contraire, elle s'en éloigne, et que l'organe se rétracte, c'est qu'il chasse le sang[4]. » Vésale. Riolan.

[1] Œuvres de Galien, traduites par Daremberg, t. I, p. 402.
[2] Galien, *loc. cit.*, p. 432.
[3] Vésale, *De humani corporis fabricâ*, p. 732, 744. Basileæ, 1555.
[4] Riolan, *Anthropographia*, p. 211 ; *Manuel anat.*, trad. franc., p. 343, 1691.

Harvey

Harvey, qui, de la direction des valvules veineuses, avait si admirablement déduit le sens de la circulation sanguine, ne pouvait manquer de discerner le rôle des valvules auriculo-ventriculaires. Mais dans leur fonctionnement, il ne fait nullement intervenir les muscles papillaires, qu'il croit destinés, comme les colonnes charnues, à augmenter la puissance de contraction de l'organe. Pendant la systole, on voit le cœur « *undique contrahi, magis vero secundum latera, ita ut minoris magnitudinis et longiusculum et collectum appareat. Cor anguillæ exemptum et super tabulam aut manum positum, hoc facit manifestum*[1]. A ce moment, les cordages et les colonnes charnues sont tendus[2].

La phrase latine de Harvey que je viens de rapporter, a été interprétée par les uns dans le sens de l'allongement, par les autres dans le sens du raccourcissement systolique.

Lower.

A. Théorie de l'occlusion passive.

A. *Occlusion passive.* — C'est Lower qui, dans son admirable *Traité du cœur*, exposa pour la première fois la théorie de l'occlusion des valvules auriculo-ventriculaires par la pression sanguine, ou de *l'occlusion passive*, comme on l'a appelée. « Les mamelles qui se voient dans le ventricule droit sont de certaines petites chairs qui croissent sur les côtés et se portent en haut, de l'extrémité desquelles sortent de certaines fibres de nature du tendon qui sont attachées aux membranes nommées mitrales en raison de leur figure. Ces membranes ou valvules naissent vers le bord de ce ventricule et entourent de tous côtés l'entrée de son ouverture, de sorte que *la pointe du cœur étant amenée vers la base en toute systole*, ces mamelles, qui sont pareillement mues en haut, relâchent leurs fibres ; d'où il arrive que *les membranes* auxquelles elles sont attachées, étant lâchement suspendues, *sont poussées en haut par le sang* qui est exprimé en toute systole... De même, quand la pointe vient à s'éloigner de la base en toute diastole, elle amène ensemble avec soi ces mamelles et leurs fibres, d'où il arrive que les membranes qui sont attirées en même temps débouchent promptement cette ouverture et ouvrent, pour ainsi dire, les portes au sang qui est chassé par l'oreillette[3]. »

Raccourcissement du cœur en systole.

[1] Harvey, *De motu cordis et sanguinis circulatione*, in-12, p. 27, Rotterdam, 1660.
[2] Harvey, *loc. cit.*, p. 32.
[3] Lower, *Traité du cœur*, trad., franç. p. 42, 1679.

Pour Lower, « les colonnes charnues sont établies et s'avancent en dehors de la superficie interne de ce ventricule (gauche) autant qu'il est besoin pour tenir les membranes éloignées des côtés du ventricule, afin qu'étant repoussées plus facilement par le sang qui a été versé par-dessous, elles bouchent entièrement cette ouverture du cœur à laquelle elles sont unies [1]. » Rôle des colonnes charnues du cœur gauche.

C'est Lower, enfin, qui imagina de remplacer, sur le cœur mort, la pression sanguine par celle d'un courant d'eau. « On pourra voir clairement la manière dont les membranes sont soulevées et comment elles bouchent cette ouverture en introduisant un syphon par l'ouverture ou par la pointe du cœur, et en seringuant de l'eau, pourvu que l'oreille et la veine du poumon aient été coupées auparavant vers la base du cœur; la même chose arrivera si le cœur, ayant été presque rempli d'eau, on le presse vers la pointe[2]. » Expérimentation au moyen d'un courant d'eau traversant le cœur.

Ainsi, dans la théorie de Lower, le cœur se raccourcit dans la systole; ce raccourcissement produit le relâchement des colonnes charnues et des cordages tendineux, ce qui permet à la pression sanguine de pousser les valvules en haut et de déterminer l'occlusion des orifices. C'est exactement ce que soutiennent encore quelques physiologistes de nos jours.

La doctrine de Lower eut un immense succès; elle est exposée en ces termes par Vieussens[3] : « Ce sang les ouvre (les valvules *triglossines*) en les abaissant par sa quantité, par son poids et par son mouvement, et il les ferme, en les poussant de bas en haut, toutes les fois que le cœur se contracte, parce qu'il se glisse sous elles par la contraction de ce viscère, et alors il les élève... La liaison qu'elles (les colonnes charnues droites) ont avec les valvules triglossines fait que ces valvules ne sauraient être trop élevées par le sang, lorsque le ventricule se contracte avec beaucoup de violence[4]. » A gauche, Vieussens trouve le mécanisme si exactement le même qu'à droite, qu'il ne veut pas, dit-il, perdre son temps à le décrire. Vieussens.

Telle est aussi l'opinion de Winslow[5], comme le montre la citation Winslow.

[1] Lower, *loc. cit.*, p. 45.
[2] *Ibid.*
[3] R. Vieussens, *Traité de la structure du cœur*, p. 98. Toulouse, 1715.
[4] Vieussens, *loc. cit.*, p. 99.
[5] Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain*, p. 596. Paris, 1732.

suivante : « Les fibres charnues ainsi contractées font l'office de piston en serrant les ventricules pour en chasser le *sang*, qui, *poussé avec impétuosité vers la base du cœur*, *applique les valvules triglochines les unes contre les autres*, *écarte les semi-lunaires*, etc. »

Haller.

Haller se rallie à cette théorie; les valvules, suivant lui, s'appliquent horizontalement à l'orifice, de façon à ne faire saillie ni dans l'oreillette, ni dans le ventricule, sous la seule pression du sang. Les colonnes charnues se contractent pendant la systole, mais seulement pour faire obstacle à l'excès de pression sanguine[1].

Sénac.

Sénac[2] développe les mêmes idées; les valvules sont, dit-il, « des espèces de voiles; le sang glisse sous elles, les pousse et les relève enfin, lorsqu'il est poussé vers la base par les ventricules. Alors ce fluide se ferme à lui-même les passages qu'il s'était ouverts en baissant ces valvules. » Mais pour que cet effet puisse être produit, il faut que la pointe du cœur se rapproche de la base. Les petits cordages tendineux, tirant sur les valvules et les abaissant dans la diastole, sont donc trop courts pour atteindre jusqu'aux embouchures des oreillettes; c'est cependant jusqu'à ces embouchures qu'ils doivent s'étendre lorsque les valvules sont élevées. Celles-ci *forment alors un plancher* dont la hauteur est égale à la hauteur des orifices auriculo-ventriculaires; *il s'élève même au-dessus comme un couvercle qui fait saillie ou bosse dans les oreillettes...* (Nous trouvons là déjà l'idée du dôme multiconcave de M. Chauveau.) La contraction resserre les parois du cœur, le *raccourcit*, *pousse les piliers vers les orifices auriculaires*, *permet aux valvules de s'élever et de s'appliquer exactement les unes contre les autres*, *soit par leurs côtés*, *soit par leurs pointes*. Au contraire, sa dilatation allonge les ventricules, éloigne les piliers de l'orifice de ces cavités et les abaisse consécutivement.

Ainsi, pour Sénac, la pression du sang produite par la contraction du cœur soulève les valvules, tandis que les piliers n'interviennent que passivement et comme s'ils étaient formés de tissu fibreux.

Cette doctrine fut acceptée d'une manière générale; longtemps nous la trouverons reproduite dans nos livres classiques, comme le

[1] Haller, *Élém. phys.*, t. I, p. 405, 1757.
[2] Sénac, *Traité de la structure du cœur*, t. II, p. 39, 1749.

montrent les citations suivantes. La plupart, il est vrai, ne font aucune mention de l'action des piliers.

C'est ainsi qu'Adelon écrit[1] : Adelon.

« Le ventricule étant en état de contraction, les valvules tricuspide et mitrale, au sommet desquelles aboutissent les tendons des colonnes charnues, sont relevées... Les valvules tricuspide et mitrale, que l'état de contraction des ventricules a relevées, interrompent la communication avec ces cavités, et de plus, c'est alors que les oreillettes en état de dilatation se remplissent d'un sang nouveau. Il n'y a tout au plus de rapporté dans ces cavités que la petite quantité de sang que soulèvent les valvules tricuspide et mitrale, quand elles reprennent la position horizontale. » Léger reflux du sang dans l'oreillette.

Il en est de même de A. Béclard[2], qui expose ainsi cette théorie : Béclard.
« Cette valvule auriculo-ventriculaire est circulaire et occupe, comme l'ouverture qu'elle est destinée à fermer, la partie supérieure-postérieure des ventricules. Lorsqu'elle est abaissée, elle reste appliquée contre les parois du ventricule, et *s'en écarte pour devenir transversale*, lorsqu'elle est relevée, sans pouvoir jamais se renverser dans l'oreillette, à cause des tendons qui la retiennent. »

Voici comment s'exprime Magendie[3] : Magendie.

« Le sang qu'il (le ventricule) contient est pressé fortement et tend à s'échapper de tous côtés; il repasserait d'autant plus aisément dans l'oreillette, qu'elle se relâche dans cet instant. Mais la valvule tricuspide qui garnit l'orifice auriculo-ventriculaire s'oppose à ce reflux. Soulevée par le liquide placé au-dessous d'elle et qui tend à passer dans l'oreillette, elle cède jusqu'à ce qu'elle soit devenue perpendiculaire à l'axe du ventricule; alors ses trois divisions ferment *à peu près* complètement l'ouverture, et comme les colonnes charnues tendineuses ne leur permettent pas d'aller plus loin, véritable soupape, elle résiste à l'effort du sang et l'empêche ainsi de passer dans l'oreillette. Légère insuffisance de la tricuspide.

[1] Adelon, *Physiol. de l'homme*, 2e édit., t. III, p. 297, 1829.
[2] A. Béclard, art. CŒUR, du *Dictionn. en 30 vol.*, t. VIII, p. 174, 1834.
[3] Magendie, *Précis élémentaire de physiol.*, 4e édit., t. II, p. 291, 1836.

« Le mécanisme par lequel le sang traverse l'oreillette et le ventricule gauches est le même que celui par lequel le sang traverse les cavités droites [1]. »

En Allemagne, les mêmes idées ont longtemps prédominé :

Valentin.

« Quand le ventricule se contracte, dit Valentin [2], les valvules, sous l'influence du sang, deviennent horizontales et forment une légère convexité dans l'oreillette; quand le ventricule est relâché, les valves descendent verticalement dans le ventricule. Les valvules veineuses (auriculo-ventriculaires) se ferment sous l'influence de la moindre pression : une contraction très faible des parois, ou même simplement la force avec laquelle le sang, expulsé de l'oreillette, reflue vers celui-ci, ou l'élasticité des parois ventriculaires mise en jeu par cette expulsion, peut suffire parfaitement pour produire cette occlusion. Le sang pris derrière les valvules les étale, les pousse l'une contre l'autre, et détermine l'occlusion de l'orifice. Les bords, configurés d'une manière réciproque, s'enroulent partout où cela est nécessaire pour s'adapter plus exactement l'un à l'autre. » Valentin admet dans la partie supérieure des valvules du cheval, et aussi de l'homme, des fibres musculaires provenant des parois auriculaires, et qui lui paraissent devoir, en se contractant, soulever les valvules, de manière que le sang puisse s'engager plus facilement entre elles et la paroi ventriculaire. L'existence de ces fibres mérite confirmation.

Élasticité de la paroi ventriculaire.

Fibres musculaires des valvules.

Nous voyons apparaître ici pour la première fois l'*élasticité des parois ventriculaires*, qui a été quelque temps un élément essentiel d'une théorie admise encore généralement en Allemagne. Nous dirons plus loin ce que nous en pensons.

Nous trouvons aussi cette doctrine exposée dans un mémoire de Ruedinger [3], qui a imaginé un appareil spécial pour observer le jeu des valvules.

Ruedinger.

Wundt.

W. Wundt [4] professe la même opinion, avec cette différence, cependant, qu'il fait intervenir la contraction des muscles papillaires dans

[1] Magendie, *loc. cit.*, p. 380.
[2] Valentin, *Physiologie des Menschen*, 3e édit., p. 191-193, 1850.
[3] Ruedinger, *Zur Mechanik der Aorten und Herz-Klappen*. Erlangen. 1859.
[4] Wundt, *Physiologie des Menschen*, p. 273, 1865.

l'ouverture des orifices. « Par suite de la contraction commençante des ventricules, le sang est soumis à une pression par laquelle les valves des valvules auriculo-ventriculaires sont pressées l'une contre l'autre et produisent l'occlusion : les cordages tendineux les empêchent de se renverser dans l'oreillette. De même, les valvules cuspides commencent à s'ouvrir, parce que la pression dans les oreillettes, qui dans l'intervalle se sont remplies de sang, devient plus forte, et qu'en même temps la traction des muscles papillaires encore contractés ne trouve plus d'obstacle dans la pression sanguine. » Cette contraction des piliers, persistant après que le ventricule s'est relâché, paraîtra bien difficile à admettre,

Écoles vétérinaires françaises.

Les études faites en France, dans les écoles vétérinaires de Paris et de Lyon, ont conduit leurs auteurs à accepter la théorie de l'occlusion passive.

Colin.

« Au moment de la systole ventriculaire, d'après M. Colin [1], *les divisions de ces valvules auriculo-ventriculaires se soulèvent* et *viennent fermer à peu près* (!) complètement l'orifice qu'elles bordent et qui, déjà, se rétrécit très notablement. » Mais comme les colonnes sur lesquelles s'implantent les tendons des valvules se contractent et semblent devoir tirer la partie libre de ces valvules vers le fond des ventricules, M. Colin rappelle que le ventricule se raccourcit dans la systole, ce qui « rapproche l'extrémité inférieure des tendons valvulaires du bord libre des valvules, et permet ainsi à ces derniers de s'élever sensiblement ». D'autre part, les parois ventriculaires se rapprochant entre elles, « *les tendons perdent sensiblement de la tension qu'ils avaient lors de la diastole* ». (Mais si les cordages tendineux sont relâchés, on se demande quel est l'obstacle qui empêche les valvules d'être refoulées par la pression sanguine, au point de dépasser l'horizontale et de se renverser dans les oreillettes.)

Le raccourcissement du ventricule dans la systole compense celui des piliers.

La valve qui répond à l'orifice artériel joue le principal rôle.

« Dans chaque ventricule, dit plus loin M. Colin, *la découpure qui correspond à l'orifice artériel est la plus mobile, celle qui peut se soulever au plus haut degré et, conséquemment, prendre la part principale à l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire.* C'est aussi

[1] G. Colin, *Traité de Physiologie comparée des animaux domestiques*, 1856, t. II, p. 275, et 2e édit., p. 408, 1873.

ce que l'expérience m'a prouvé très clairement. En engageant le doigt dans l'intérieur du ventricule gauche, par une petite ouverture préalablement pratiquée à la pointe de l'oreillette correspondante, on sent parfaitement, sur le cheval, la découpure dont je parle s'élever et se tendre à chaque systole ventriculaire. On reconnaît, par le même moyen, que le *jeu des autres découpures est infiniment moins marqué*[1]. »

D'autre part, dans une discussion récente, M. Colin a dit : « Pendant la diastole, on les (valvules) sent déjà *plus ou moins soulevées* et non appliquées sur les parois du ventricule (le contraire est dit dans le *Traité de physiologie*, p. 275). Lors de la systole, elles se relèvent brusquement, se tendent en s'affrontant, non pas seulement par leurs bords, comme l'envisageait Magendie, mais encore par une portion notable de leur face supérieure, qui s'infléchit pour devenir verticale. *Chaque dentelure devient convexe en haut*, et, par conséquent, concave en bas; elles se joignent si exactement, que le sang du ventricule ne peut plus refluer dans l'oreillette. Les valvules des deux orifices fonctionnent d'une manière à peu près identique, avec cette différence que celles des cavités gauches semblent se fermer plus exactement que leurs congénères. (Et cependant, à l'état normal, il n'y a pas plus de reflux à droite qu'à gauche.) Des deux côtés, *chaque dentelure prend part à l'occlusion de l'orifice* auriculo-ventriculaire, non pas proportionnellement à son étendue, mais en *raison inverse de son incurvation*, les grandes se repliant sur elles-mêmes beaucoup plus que les petites[2]..... A gauche, on voit que *l'occlusion s'effectue par toutes les dentelures, et guère plus par la grande que par l'opposée.* « De ce côté, il est visible que les deux petites pointes comprises entre les deux grandes prennent une part notable à cette occlusion, et que, par conséquent, les anatomistes ont eu tort de les oublier depuis que la mode les a supprimées dans la mitre des évêques[3]. »

Affrontement des valves par leurs bords et par une portion de leur face supérieure.

Contradictions de M. Colin.

Il est difficile de concilier des affirmations aussi opposées, fondées toutes, cependant, sur des méthodes d'expérimentation auxquelles M. Colin accorde une si grande importance. En s'en tenant, d'ail-

[1] Colin, *Traité de Physiologie comparée des animaux domestiques*, p. 276.
[2] Colin, *Bulletin de l'Académie de médecine*, p. 348, 1874.
[3] Colin, *Bull.*, p. 349.

leurs, à la *dernière* opinion de M. Colin, on doit se représenter les valvules auriculo-ventriculaires fermées sous la forme de lames recourbées, se regardant par leur convexité, et contiguës dans la portion marginale de leur étendue.

Dernière opinion de M. Colin.

Quand, indépendamment des arguments anatomiques et physiologiques qui résultent de mes recherches exposées dans la première partie de ce mémoire, on réfléchit quelque peu sur les conséquences singulières qui découlent de cette théorie, on se demande avec surprise comment une semblable théorie a pu faire fortune et l'on ne trouve que cette réponse : c'est qu'il n'y en avait pas d'autre plus plausible.

Objections.

M. Colin a beau dire que les valvules se relèvent *brusquement;* il n'en est pas moins vrai que pendant le temps, tant court soit-il, qu'elles metteraient à opérer ce mouvement, le sang du ventricule serait refoulé avec violence dans l'oreillette, à travers un orifice *largement ouvert.* Or, rien de pareil ne se produit.

1° Reflux du sang.

Si les valves doivent *se tendre en s'affrontant*, il leur faut un certain espace, dont le contenu n'est point expulsé par la systole, non plus que le sang logé dans la concavité des dentelures, devenues *convexes en haut.* Or, tous les observateurs sont d'accord qu'à chaque systole les ventricules se vident complètement.

2° Évacuation incomplète.

Reflux facile et copieux dans l'oreillette, évacuation incomplète du ventricule, telles sont donc les premières conséquences de l'occlusion passive.

Je demanderai, en second lieu, à M. Colin, comment il explique, dans sa théorie, les insuffisances mitrales qui s'observent *passagèrement* dans certaines maladies aiguës (v. p. 34), celles qui accompagnent d'une manière permanente nombre d'affections chroniques sans la moindre lésion valvulaire, et les insuffisances tricuspides, plus fréquentes encore ? Il ne peut, lui, invoquer l'atonie du cœur, puisque ces insuffisances n'existent pas sur le cadavre.

3° Insuffisances mitrales passagères.

Les valves, telles que se les figure M. Colin au moment de la systole, offrent une première courbure, à convexité inférieure, au niveau de leur insertion à l'anneau fibreux, courbure très marquée, qui leur permet de se soulever à la hauteur de l'orifice. Puis vient une autre courbure, à concavité inférieure, qui se continue jusqu'au

4° Courbures des valvules que nécessite cette théorie

voisinage du bord libre, où elle s'accentue au point de donner à ce bord une direction verticale.

Ces courbures, essentielles au fonctionnement de la valvule, s'effaceraient pendant la diastole, pour se reproduire immédiatement après. Mais qu'arriverait-il *si les valves étaient devenues rigides,* par suite d'endocardite, dans une portion plus ou moins considérable de leur étendue, ou *si des adhérences s'étaient produites* entre une des valves et la paroi ventriculaire ? Il y aurait, dans ce cas, non pas seulement insuffisance mitrale, mais défaut absolu d'occlusion mitrale, c'est-à-dire arrêt complet de la circulation.

Impossibilité des adhérences.

Il est vrai qu'on se demande comment, au milieu de cette agitation perpétuelle des valves, des adhérences pourraient se former.

Chauveau et Faivre.

Les objections que nous venons d'opposer à la théorie de M. Colin, ou plutôt de Lower, s'appliquent tout aussi bien aux opinions de MM. Chauveau et Faivre, dont les expériences ont été faites également sur le cheval. Ces physiologistes [1], après avoir critiqué la théorie de Parchappe (v. p. 64), qu'ils traitent d'ingénieux roman, déclarent qu'ils veulent lui substituer « une histoire véritable, la *vieille histoire du redressement des valvules.* Que l'on introduise un doigt dans une oreillette, la droite, par exemple, et que l'on explore l'orifice auriculo-ventriculaire, on sentira, au moment même où les ventricules entrent en contraction, les valvules triglochines *se redresser, s'affronter par leurs bords* et se tendre, au point de devenir *convexes par en haut,* de manière à former un dôme multiconcave au-dessus de la cavité ventriculaire. »

Vieille histoire du redressement des valvules.

Nous nous sommes suffisamment expliqué sur l'interprétation à donner à cette expérience.

M. Chauveau est resté fidèle à ses opinions dans l'article : Cœur du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales* (t. XVIII, p. 332, 1876), qu'il a rédigé en collaboration avec M. Arloing, et dont voici les principaux passages relatifs à notre sujet :

« Les valvules auriculo-ventriculaires sont pendantes à la fin « de la systole auriculaire ; dès que la systole des ventricules se « fait sentir, le sang s'engouffre sous les replis de la valvule tri- « glochine ou de la valvule mitrale, les soulève et comme ces replis

[1] Chauveau et Faivre, Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits normaux du cœur (*Gaz. méd. de Paris,* p. 410, 1853).

« sont attachés aux parois du ventricule par des cordages dont la « base est contractile, leurs pointes sont ramenées en bas, tandis « que leurs faces supérieures s'adossent de manière à former, *au « niveau de l'orifice auriculo-ventriculaire* légèrement rétréci, une « voûte multiconcave qui sépare les ventricules des oreillettes.

« Cette explication du jeu des valvules auriculo-ventriculaires, « une des plus anciennes, est la seule qui soit réellement démon- « trée par l'expérience.

« Baumgarten, le premier (près de deux siècles après Lower !), « a reproduit artificiellement le jeu des valvules sur un cœur dont « les oreillettes avaient été excisées ; Chauveau et Faivre ont fait « sentir à toutes les personnes qui ont assisté à leurs expériences « le soulèvement des valvules tricuspides ou mitrales. Il suffit, « pour le constater à nouveau, d'engager le doigt, par une plaie « faite à l'auricule, et de le placer dans l'orifice auriculo-ventri- « culaire ; à chaque systole du ventricule, le doigt est pressé cir- « culairement par les valvules qui tendent à s'adosser. En retirant « le doigt au-dessus de l'orifice, on sent la valvule venir en frapper « la pulpe et l'on peut explorer les sillons et les convexités qu'elles « forment du côté des oreillettes. On éprouve, en outre, la sen- « sation de légères vibrations produites par ces membranes val- « vulaires. »

Ces vibrations sont traduites sur les *tracés* des ventricules par des dentelures ou *accidents* qui surmontent le sommet de la courbe qui marque la systole.

Les auteurs ajoutent (*l. c.*, p. 334) « M. Marc Sée *reprenant « les idées de ses devanciers* (lesquels ?), les complétant par une « étude très minutieuse des piliers, des cordages et des valvules, « adopte finalement sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires « une opinion mixte. En effet, il pense que les piliers, par leur con- « traction et la direction de leurs cordages, appliquent les valvules « les unes contre les autres ou contre certains points des parois « des ventricules, de manière à fermer les orifices auriculo-ven- « triculaires ; mais il croit, en outre, que la pression du sang sur « la face *inférieure* des valves est nécessaire pour parfaire l'oc- « clusion.

« L'auteur revient plusieurs fois sur ce point, il reconnaît même

« que la valvule du cœur gauche peut former un dôme multicon-
« cave. Il est évident que lorsqu'on en arrive là, on est bien près
« d'admettre l'occlusion telle que nous l'avons décrite. »

Bien près, en effet, et il faudrait avoir bien mauvais caractère pour ne pas l'admettre complètement. Car qu'est-ce qui m'en empêcherait? Peu de chose, en vérité, presque rien. MM. Chauveau et Arloing veulent que les valves se soulèvent au niveau de la base du cœur et *même au-dessus*, tandis que je soutiens qu'elles restent abaissées et tendues vers la pointe de l'organe. Cela a-t-il la moindre importance ? Évidemment non. Ne sommes-nous pas d'accord, d'ailleurs, pour admettre que le sang, au moment de la systole, exerce une pression sur les valvules et que cette pression est favorable (je n'ai jamais dit nécessaire) à l'occlusion des orifices? qu'il y a *du tissu musculaire à la base des cordages tendineux des valvules?* Et même MM. Chauveau et Arloing, sans doute, par esprit de concorde, veulent bien ne pas contester qu'il y ait lieu de se préoccuper, *avec beaucoup d'autres observateurs*, de la présence de ce tissu musculaire. Ils ne comprennent pas, il est vrai, qu'il y ait une nécessité absolue à accorder à la contraction des muscles papillaires un rôle prépondérant. J'ai eu certainement tort de faire mon mémoire spécialement en vue de démontrer ce rôle prépondérant des piliers.

Un seul point, cependant, doit nous arrêter un instant : il est relatif à l'action des muscles papillaires. « La présence du tissu
« musculaire à la base des cordages, disent MM. Chauveau et
« Arloing, se comprend tout aussi bien avec notre explication. En
« effet, dans « notre hypothèse » (et nous partageons l'hypothèse de
« Milne Edwards), les muscles papillaires auraient pour but, en
« se contractant en même temps que les parois ventriculaires, de
« proportionner la tension des cordages avec la puissance des
« systoles et d'assurer toujours l'occlusion parfaite des orifices. »
(*l. c.*, p. 334). MM. Chauveau et Arloing ont-ils constaté ce fait avec le doigt et l'ont-ils fait constater à leur assistance? Ils ne le disent pas ; il est donc permis d'en douter. Mais alors ils emploient donc, comme moi, ce détestable procédé qui consiste à *remplacer les faits par les raisonnements* et cela sans avoir pour excuse de rester d'accord avec les données de l'anatomie et avec les résultats

obtenus par les expérimentateurs qui les ont précédés. (Voir les expériences d'Allen Thomson, de Reid, du Comité de Londres, etc.)

Quoi qu'il en soit, depuis les expériences de MM. Chauveau et Faivre, la théorie de l'occlusion passive, avec de légères variantes, a prévalu en France, comme le montre la citation suivante, empruntée au livre classique de Longet :

« Suivant l'opinion ancienne, ces membranes (les valvules auriculo-ventriculaires), tout en s'adossant l'une à l'autre, par l'effort du sang que poussent les ventricules contractés, sont refoulées en haut et font saillie dans la cavité de chaque oreillette, tandis que les colonnes tendineuses qui les retiennent s'opposent à leur retournement complet... Ces expérimentateurs admettent néanmoins, avec Parchappe, un rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire lui-même; mais ce rétrécissement n'agit pour l'occlusion de la valvule qu'en permettant un affrontement plus parfait de ses bords inférieurs [1]. Longet.

Longet fait remarquer qu'il doit rester un peu de sang non expulsé sous le dôme de MM. Chauveau et Faivre. Évacuation incomplète.

C'est aux idées de MM. Chauveau et Faivre que se rattache M. Luton, dans l'article Cœur du *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*. « Du reste, ajoute M. Luton [2], il suffit d'enlever les oreillettes sur un cœur et de pousser, soit par l'aorte, soit par l'artère pulmonaire, un courant d'eau, pour voir les deux valvules mitrale et tricuspide se boursoufler et proéminer très nettement *au-dessus de l'orifice auriculo-ventriculaire*. C'est alors surtout qu'on peut bien se rendre compte de *l'insuffisance physiologique* de la valvule tricuspide. » Luton. Insuffisance physiologique de la tricuspide.

Cette prétendue insuffisance normale de la valvule tricuspide, qui a été admise par plusieurs auteurs, et dont on a même voulu montrer l'utilité, est contraire au fonctionnement physiologique du cœur et prouve bien que l'expérience sur laquelle elle repose ne répond nullement au jeu du cœur vivant.

C'est aussi, en somme, à la théorie de l'occlusion passive que s'arrête Spring dans le mémoire, si remarquable à tant d'égards, qu'il a publié sur ce sujet. « Les muscles papillaires, dit-il, restent Spring.

[1] Longet, *Traité de physiol.*, 2e édit., t. II, p. 127, 1869.
[2] Luton, *N. Dictionnaire de médecine*, t. VIII, p. 287, 1868.

entièrement étrangers au mouvement d'occlusion. *Ils sont relâchés, c'est-à-dire abandonnés à leur seule élasticité pendant la systole.* C'est réellement l'effort du sang, ou, pour parler plus exactement, la pression que le sang subit par la contraction des fibres propres du ventricule qui opère le soulèvement et la tension horizontale des valvules. Les cordages tendineux, surtout ceux du 2e et du 3e ordre, servent à retenir les valvules. Pour cela, il n'est pas nécessaire que les muscles papillaires et les colonnes charnues en général soient contractés; leur élasticité suffit. C'est l'allongement des ventricules, qui va en augmentant vers la fin de la systole, qui maintient la tension des cordages [1]. »

Les muscles papillaires sont relâchés pendant la systole.

Allongement des ventricules vers la fin de la systole.

Spring admet cependant que les valvules sont abaissées par la contraction des muscles papillaires; mais il pense que cette contraction précède immédiatement celle des ventricules (présystole).

La contraction des piliers a lieu avant celle des ventricules.

« Si la valvule restait abaissée lors de la fermeture, un volume considérable de sang serait refoulé dans l'oreillette au commencement de la systole. Or, les expériences des Comités de Dublin et de Londres ont établi qu'au début de la systole, il n'y a pas de reflux dans les oreillettes. La capacité du ventricule serait réduite de moitié, ce qui est contraire à la quantité de sang lancée dans les artères. »

Spring fait remarquer, en outre, que le cône vasculaire formé par les valvules offrirait trop peu de résistance au ventricule pour que celui-ci pût se vider complètement [2].

Que de choses étranges dans ces conclusions ! Et à quels expédients n'est-on pas réduit quand on veut soutenir à tout prix une mauvaise cause ! Les piliers sont relâchés pendant la systole ! Ils se contractent pendant la *présystole*, c'est-à-dire pendant que le ventricule est relâché ! Les ventricules s'allongent pendant la systole et surtout vers la fin de cette contraction ! Et M. Spring a vu tout cela ! Ne serait-ce pas le cas de répéter ici la phrase de Malgaigne : « Si je l'avais vu moi-même je ne le croirais pas ? »

Markham.

Suivant Markham[3], il y aurait deux temps dans l'occlusion des

[1] H. Spring, Mémoire sur les mouvements du cœur (*Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXXIII, p. 116, 1860).

[2] Spring, *loc. cit.*, p. 144.

[3] Markham, Remark on the cause of the closure, etc. (*Brit. med. Journ.*, t. XII, p. 313, 1861, et *Schmid.'s Jahrb.*, 1864., t. CXXI, p. 114).

orifices auriculo-ventriculaires : pendant la diastole, en même temps que le ventricule se dilate, les valves s'élèveraient vers les orifices, de façon que leurs bords se rapprocheraient, ce qui est insoutenable ; dans la systole, la pression sanguine les refoulerait ensuite fortement l'une contre l'autre.

Citons, enfin, parmi les partisans de l'occlusion passive, M. Marey, dont l'opinion est formulée comme il suit dans l'article Circulation, du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales* (t. XVII, p. 405, 1875). Marey

« Quand les ventricules sont remplis, ils se resserrent et le *sang* « *soulève les valvules* auriculaires. Celles-ci se ferment en se re- « levant comme des voiles du côté de l'oreillette et s'affrontent « par leurs bords. Il n'y a donc pas de reflux du sang du ven- « tricule vers les oreillettes pendant la contraction ventriculaire, « mais seulement augmentation de la pression dans la cavité auri- « culaire, dont la capacité est légèrement réduite par l'espèce de « hernie des membranes valvulaires. »

« Le sang, ne pouvant pas, au moment de la systole ventriculaire, « s'échapper du côté de l'oreillette, s'élance par les orifices arté- « riels, dont il soulève les valvules ; mais ici encore « *la cavité ne se* « *vide pas complètement* ». La poche musculaire que représente le « ventricule retient une certaine quantité de sang. » (Chauveau.)

B. *Occlusion active.* — Tous les auteurs dont nous venons d'analyser les opinions assignent à la pression sanguine le rôle principal, sinon unique, dans l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires. Ceux qui suivent attribuent la fonction essentielle à la contraction des piliers. B. Occlusion active.

C'est Meckel qui, le premier, nia que l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires fût simplement passive. « Comme les colonnes charnues se raccourcissent lorsque le cœur entre en contraction, les diverses parties des valvules se trouvent alors rapprochées les unes des autres, et l'ouverture est bouchée avec force[1]. » Pour mieux expliquer sa pensée, Meckel ajoute : « Il était nécessaire que les valvules fussent fixées ainsi par leur bord libre, car elles doivent résister, non pas seulement au poids du sang, comme les autres Meckel.

[1] Meckel, *Handb. der menschlichen Anatomie*, t. III, p. 23, 1815, trad. de Jourdan et Breschet, t. II, p. 275, 1825.

valvules, mais encore à l'action des parois musculeuses, qui poussent le sang artériel avec force. »

Burdach.

La théorie de Meckel est exposée et développée par Burdach[1] dans les termes suivants :

« La systole du ventricule ne peut faire refluer le sang dans l'oreillette; le liquide se bouche à lui-même cette voie, puisqu'en marchant de la pointe à la base du cœur, il s'accumule entre la paroi ventriculaire et les valvules, fait effort sur la face externe de celles-ci, les tend comme des voiles, les refoule en dedans et les oblige à clore l'ouverture. Mais si les valvules du cœur se comportaient d'une manière purement passive, les *colonnes charnues seraient absolument inutiles*. Il n'est pas douteux que ces muscles se contractent pendant la systole; mais alors ils doivent, en vertu de leur situation, tirer les valvules *de haut en bas et de dehors en dedans*, *les écarter des parois*, et cet effet doit d'autant plus avoir lieu, que les colonnes charnues sont unies par des faisceaux musculaires transverses qui, en se raccourcissant, les ramènent davantage encore *dans l'axe du ventricule*. (Nous avons vu, p. 30, que la disposition anatomique est telle que les valves, tirées en bas, prennent une direction précisément inverse.) Or, la valvule ayant pris ainsi la forme *d'un entonnoir*, il reste, entre les filaments tendineux, des vides au moyen desquels le sang arrive à la face externe des replis valvulaires, de sorte que, par la pression qu'il exerce alors en dedans, il complète l'occlusion que l'activité musculaire avait commencée. »

Nous trouvons dans cette théorie de Meckel et Burdach quelques-uns des éléments de la théorie de Parchappe, qui a compté et qui compte peut-être encore des partisans en France.

Bouillaud.

Bouillaud est moins net. De même que Galien[2], et de nos jours M. Spring[3], il voit dans le cœur une pompe aspirante et foulante; il attribue aux piliers la fonction de *relever* les valvules abaissées pendant la diastole ventriculaire, d'où le nom de *muscles tenseurs ou releveurs* de la valvule bicuspide qu'il leur a donné. « Les

Les piliers relèvent les valvules.

[1] Burdach, *Traité de physiologie*, trad. de Jourdan, t. VI, p. 239, 1827.

[2] « Le cœur a un double mouvement dépendant des parties qui agissent en sens contraire, car il attire en se dilatant, et en se contractant il se vide. » Galien, Œuvres anat., trad. de Daremberg, t. I, p. 381.

[3] Spring, *loc. cit.*, p. 119.

colonnes charnues, dit-il, ont évidemment pour effet, en se contractant pendant la systole, de redresser les lames valvulaires abaissées, puisqu'elles les *tirent par tous les points de la circonférence au centre.* » Ce mouvement d'élévation imprimé, selon Bouillaud, aux valves, qui en même temps seraient attirées de la circonférence au centre, est d'autant plus difficile à comprendre, qu'on lit un peu plus loin : « De plus, lorsque les muscles releveurs de la valvule mitrale se contractent, ils se rapprochent en même temps par leurs faces correspondantes, et il est vrai de dire que pendant cette contraction, *toute la moitié gauche ou auriculaire du ventricule gauche est à peu près complètement effacée*, tandis que l'autre lance dans l'aorte la colonne de sang qu'elle avait reçue de l'oreillette gauche. »

Effacement de la moitié gauche du ventricule gauche.

Cette dernière observation est parfaitement exacte; et si elle a passé inaperçue, puisque nous ne la trouvons reproduite dans aucun ouvrage ultérieur, cela tient sans doute à ce que Bouillaud n'en a tiré aucune conséquence. C'est ce même fait, que j'avais constaté de nouveau avant d'avoir fixé mon attention sur le passage que je viens de rapporter, qui a été le point de départ de toutes mes recherches sur le cœur.

Bouillaud explique de la même façon le jeu de la valvule tricuspide[1].

Dans la dernière discussion qui a eu lieu à ce sujet à l'Académie de Médecine, Bouillaud dit que la valvule mitrale « *procède à l'occlusion* de l'orifice auriculo-ventriculaire, non par la tension de la valve droite ou antérieure seulement, mais par la tension combinée de cette valve et de la gauche ou postérieure[2]. »

Parchappe[3] « a été conduit par ses études anatomiques à assimiler les appareils valvulaires auriculo-ventriculaires, dans leurs éléments passifs, à une ouverture de bourse munie de ses cordons, dans leurs éléments actifs (colonnes musculaires libres) à un système de muscles synergiques qui, *tirant les cordons de la conférence de l'anneau au centre*, ferment cet anneau, en rapprochant et fronçant le bord libre de l'ouverture. » — « Les appareils valvu-

Parchappe

Bourse munie de ses cordons.

[1] Bouillaud, *Traité clinique des maladies du cœur*, 2e édit., p. 13 à 18, 1841.
[2] Bouillaud, *Bull. de l'Acad. de méd.*, p. 370, 1874.
[3] Max. Parchappe, *Du cœur*, p. 2, 1848.

laires ne fonctionnent pas à la manière des soupapes; ils s'ouvrent et se déploient passivement sous la pression du sang passant de l'oreillette dans le ventricule, en même temps que les colonnes et les parois d'où elles naissent s'écartent; ils se *ferment et se froncent sous l'influence du rapprochement et de la traction des colonnes musculaires*, qui se contractent et se *rapprochent jusqu'au contact et jusqu'à l'engrènement*[1]. »

Les valvules se ferment en se fronçant.

En ce qui concerne le ventricule droit, « dans l'état de rapprochement des colonnes libres, la colonne antérieure est appliquée contre le pilier postérieur, et son sommet touche ou avoisine le mamelon inférieur; le groupe des colonnes postérieures est rapproché, à gauche, jusqu'au contact de la colonne antérieure et de la cloison, et de manière à embrasser entre ses digitations le côté de la colonne antérieure. *Ainsi groupées, ces colonnes constituent par leur ensemble un pilier musculaire unique*, adossé à la cloison vers la gauche, au pied de l'arcade musculaire supérieure. Les radiations tendineuses intermédiaires, qui demeurent tendues, sont rapprochées et *forment au sommet de ce pilier un faisceau unique de rayons à peine divergents*. L'arc antérieur de l'anneau, entraîné en arrière, est appliqué contre la portion des arcs postérieurs qui correspond à la cloison. L'arc postérieur gauche demeure tendu contre la cloison. L'arc postérieur droit est ramené en avant et à gauche, au contact de l'arc antérieur. Les arcades sont fermées... Ainsi se trouve supprimé le canal de l'anneau et fermé l'orifice auriculo-ventriculaire, par *le rapprochement et le froncement du bord inférieur de cet anneau*. En se fermant, l'anneau valvulaire s'est écarté des parois ventriculaires postérieure et antérieure. »

A droite, pilier unique formé par les colonnes groupées.

Rapprochement et froncement des bords libres des valves.

Ce groupement des colonnes charnues droites en un pilier unique est simplement impossible.

Quant au ventricule gauche, « dans l'état de rapprochement des colonnes libres[2] la colonne antérieure et la colonne postérieure, *exactement appliquées l'une contre l'autre, s'engrènent par les saillies et les dépressions de leurs faces opposées*... Les deux colonnes ainsi engrenées *forment au centre de la cavité ventriculaire une seule colonne*, qui partage l'ouverture de communication latérale

A gauche, engrènement des colonnes libres, pour former une seue colonne au centre de la cavité ventriculaire.

[1] Parchappe, *loc. cit.*, p. 5.
[2] Parchappe, *loc. cit.*, p. 23.

des deux chambres en une moitié antérieure et une moitié postérieure... Les radiations divergentes sont ramenées à une position parallèle, et *constituent au sommet de la colonne musculaire un seul faisceau*. Elles entraînent avec elles le bord libre de l'anneau valvulaire, qui prend la disposition suivante : la portion moyenne de l'arc postérieur s'applique contre la portion moyenne de l'arc antérieur. Les arcades se ferment : les radiations du pilier droit de la colonne antérieure, engrené avec la gouttière longitudinale de la colonne postérieure, se trouvent ainsi engagées au milieu des radiations de l'hémicycle postérieur, et y entraînent la valve aortique, pliée en dedans de l'anneau, pli qui permet le relâchement des petites radiations du bord libre de la languette. Les radiations du pilier gauche de la colonne postérieure s'engagent de même entre les radiations de l'hémicycle antérieur, et y entraînent la valvule du sinus pliée. Ainsi se trouve supprimé le canal de l'anneau et fermé l'orifice auriculo-ventriculaire, par le rapprochement et le froncement du bord inférieur de cet anneau[1]. »

Cet engrènement des colonnes libres du ventricule gauche en un pilier unique a lieu bien certainement (v. p. 29); mais jamais ce dernier n'occupera le centre de la cavité ventriculaire, et ce fait renverse complètement la théorie de Parchappe.

Division des ventricules en deux chambres.

Parchappe divise chacune des cavités ventriculaires en deux chambres, qui communiquent librement entre elles, et dont il décrit avec soin l'ouverture de communication. L'utilité de cette division n'est pas très facile à saisir.

Bérard.

P. Bérard a exposé avec sa lucidité habituelle la théorie de Parchappe[2].

« Le jeu de cette valvule (la tricuspide) pendant la diastole est assez bien connu ; mais jusqu'à ces derniers temps, on s'est assez généralement trompé sur la disposition qu'elle affecte et le rôle qu'elle joue pendant la systole.

Arguments contre l'occlusion passive.

« On se figure assez généralement qu'elle (la valvule tricuspide pendant la systole ventriculaire) se redresse de manière à devenir perpendiculaire à l'axe du ventricule, et parallèle au plan de l'orifice auriculo-ventriculaire, qu'elle bouche alors; on se la figure

[1] Parchappe, *loc. cit.*, p. 35.
[2] P. Bérard, *Cours de physiol.*, t. III, p. 637.

même tendue comme une cloison, entre la cavité de l'oreillette et celle du ventricule. *Il n'est pas* possible de se faire une idée plus fausse du curieux mécanisme de cette valvule. On oublie qu'au moment de la systole, l'orifice auriculo-ventriculaire est rétréci, et qu'il n'y a plus de place en cet endroit pour y *tendre* une membrane. Bien loin qu'il en soit ainsi, le canal que forme la valvule, devenu beaucoup trop large pour la cavité réduite du ventricule, et séparé d'ailleurs de la paroi ventriculaire par la nouvelle direction que le sang reçoit au moment de la systole, se fronce, se plie, et ferme ainsi sa cavité... Le sang, repoussé vers la base du cœur, presse précisément contre le cul-de-sac que forme la valvule avec la ventricule, là où elle est attachée à l'orifice auriculo-ventriculaire, et que ce liquide presse aussi contre la face externe de la valvule, de sorte que le canal est d'autant mieux fermé que la pression est plus forte [1]. »

Le canal formé par la valvule se fronce.

« Cette pression ne peut avoir pour résultat de repousser en bloc la valvule dans l'oreille droite, car elle est retenue par les cordages qui s'insèrent à son bord inférieur et à sa face externe. C'est ici qu'intervient utilement la contraction des colonnes charnues d'où procèdent les radiations tendineuses. Les ventricules se raccourcissant pendant la systole, les brides tendineuses ne retiendraient plus que d'une manière très lâche la valvule triglochine, si les colonnes charnues, contractées en même temps que les ventricules, ne contre-balançaient l'effet du raccourcissement du cœur. La diastole avait éloigné la colonne antérieure du groupe des colonnes postérieures, la systole les rapproche, et elles affectent alors un nouveau rapport, que M. Parchappe a fait connaître. La colonne antérieure est reçue dans l'interstice des colonnes du groupe postérieur. *Toutes ces colonnes réunies constituent un pilier musculaire unique, sur lequel s'applique, à la fin de la systole, le ventricule contracté.* »

La contraction des des colonnes charnues contrebalance le raccourcissement du cœur.

« Quand ces parties fonctionnent avec régularité, il ne peut y avoir un reflux considérable de sang dans l'oreillette. On disait, avant de connaître ce mécanisme, que le cône de sang compris dans l'entonnoir membraneux que constitue la valvule était repoussé dans l'oreillette au moment du redressement de cette valvule. On

Reflux peu considérable.

[1] Bérard, *loc. cit.*, p. 640.

vient de voir que les choses ne se passent pas ainsi. Le sang contenu dans le canal que forme la valvule rentre dans la cavité ventriculaire au moment où la valvule se ferme, et il passe : 1° par l'espèce de treillage que forment les petites cordes tendineuses ; 2° par les espaces plus larges qui résultent de ce que ces faisceaux de petits tendons ne s'attachent point au sommet arrondi des trois languettes de la valvule [1]. »

« Le mécanisme par lequel le reflux du sang dans l'oreillette gauche est empêché n'exige pas de description spéciale après ce que nous avons dit du rôle de la valvule tricuspide [2]. »

Si, dans l'exposition laborieuse et compliquée de Parchappe, on peut signaler quelques faits nouveaux d'une observation exacte, tels que l'engrènement des piliers du ventricule gauche, il faut reconnaître que l'ensemble de la doctrine ne soutient pas l'examen, et qu'en particulier, la réunion des muscles papillaires du ventricule droit en un pilier unique est complètement impossible, comme l'a très bien fait observer M. Onimus [3].

Les idées de M. Surmay s'éloignent peu de celles de Parchappe. Surmay.

M. Surmay [4] a reconnu que les muscles papillaires gauches, se contractant en même temps que toute la masse des ventricules, « doivent tendre les valvules et les rapprocher l'une de l'autre, de manière à fermer l'orifice auriculo-ventriculaire. Les tendons qui vont à la lame artérielle attirent cette lame vers la lame ventriculaire (rien de plus vrai) ; ceux qui vont à la lame ventriculaire, se détachant de faisceaux musculaires dont le plan est en dedans du plan de la paroi ventriculaire, ont pour effet de séparer de cette paroi ventriculaire la lame valvulaire qui s'y était appliquée pendant le passage du sang à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. (Ceci est inexact et manifestement contraire à l'anatomie, comme aussi la conclusion que l'auteur se croit en droit d'en tirer (v. p. 36.) De cette façon, les bords libres des deux lames de la valvule vont donc à la rencontre l'un de l'autre, et l'orifice se trouve ainsi fermé. »

[1] Bérard, *loc. cit.*, p. 640 et 641.

[2] Bérard, *loc. cit.*, p. 643.

[3] Onimus, Études critiques et expérimentales sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires (*Journ. de l'anatomie*, p. 360, 1863).

[4] Surmay, Recherches sur les mouvements et les bruits normaux du cœur, etc., (*Gaz. méd., de Paris*, p. 767, 1862).

Erreurs de M. Surmay.

Il n'est pas moins inexact de dire, avec M. Surmay, que dans la contraction des muscles papillaires droits, « les lames de la valvule tricuspide sont tirées vers l'axe longitudinal du ventricule, et que la lame interne de cette valvule est séparée de la cloison interventriculaire et va à la rencontre de la lame antérieure [1] ».

D'ailleurs tout ce que dit M. Surmay du jeu des valvules du cœur ne s'applique qu'au cœur gauche, et c'est à tort qu'il suppose que le mécanisme est absolument le même à droite.

Allen Thomson.

Allen Thomson [2] a tiré simplement de ses observations sur des cœurs récemment enlevés cette conclusion que les colonnes charnues tirent les valvules en bas et les rapprochent, et que la pression sanguine vient ensuite compléter le rapprochement, comme pour les valvules semilunaires de l'aorte.

Reid.

Reid [3] est arrivé au même résultat. Il s'est assuré que les valvules ne sont pas refoulées en haut par la pression sanguine : le doigt introduit dans l'oreillette d'un animal vivant ne perçoit rien de semblable. Mais la contraction des piliers amène le rapprochement des valves et la formation, au-dessus d'elles, d'un espace conique qui prolonge la cavité auriculaire.

Dans cette théorie, une quantité notable de sang reste dans l'espace infundibuliforme limité par les valvules, et se trouve même refoulé partiellement dans l'oreillette.

Kuerschner.

Rôle actif des valvules dans l'expulsion du sang.

Les valvules étant abaissées par la contraction des piliers, on chercha à leur faire jouer un rôle actif dans l'expulsion du sang pendant la systole ventriculaire. Cette idée a été exposée pour la première fois par Kuerschner [4] : « Les valvules sont d'abord soulevées par le sang, déployées et appliquées chacune à son orifice dès le début de la contraction ventriculaire. Les muscles papillaires servent *à les fixer* dans cette position et dans cet état à l'aide des ten-

[1] M. Surmay ayant soutenu, dans une note adressée à l'Académie, puis dans diverses publications (V. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, p. 458, 1876) que ma théorie des valvules auriculo-ventriculaires était simplement celle qu'il avait exposée en 1852, je dois rappeler que j'ai fait justice de cette assertion dans une note insérée dans la *Gazette hebdomadaire* de 1875, p. 726. J'y renvoie le lecteur, cette question de priorité étant sans intérêt pour la science.

[2] Allen Thomson, *Todd's Cyclop.*, t. I, p. 656, 1836.

[3] Reid, *Todd's Cyclop.*, t. II, p. 600, 1839.

[4] Kuerschner, *Froriep's Notizen*, p. 316, 1840 ; art. Herzthätigkeit (*Wagner's Handwœrterbuch*, t. II, p. 60, 1844).

dons du premier ordre qui en émanent, tandis que les autres cordages ont pour fonction de les maintenir planes. Mais quand la systole ventriculaire progresse, quand une partie du sang a déjà passé dans les artères, *alors les valvules sont attirées vers la pointe du cœur* par une contraction vigoureuse des muscles papillaires; elles contribuent ainsi à pousser le reste du sang hors du ventricule. »

Combinaison de la théorie de l'occlusion active avec celle de l'occlusion passive.

Kuerschner fait observer que si les valvules s'élevaient simplement, le sang serait refoulé partiellement dans l'oreillette et cet appareil valvulaire si compliqué rendrait de moindres services que la soupape la plus primitive d'une pompe, ce qui fait supposer que l'interprétation est vicieuse [1].

Ainsi, il y aurait, d'après Kuerschner, deux temps dans la systole ventriculaire : dans le premier, la contraction des parois produirait le soulèvement passif des valvules ; dans le second, celles-ci seraient abaissées violemment par la contraction consécutive des piliers. C'est précisément le contraire qui est affirmé par M. Spring, comme nous l'avons vu p. 16.

Deux temps dans la systole ventriculaire.

Une difficulté, cependant, arrêtait les partisans de la théorie de Kuerschner : si les valvules sont complètement abaissées à la fin de la systole et restent telles pendant la diastole, comment peuvent-elles se relever au commencement de la systole suivante, pour produire l'occlusion des orifices, puisqu'il est reconnu généralement que les parois ventriculaires et les piliers se contractent simultanément? Il fallait absolument trouver une puissance qui pût opérer ce soulèvement des valvules un peu avant la systole ventriculaire. Kuerschner avait chargé de ce rôle des fibres musculaires descendant des oreillettes dans les valvules ; mais comme ces fibres n'étaient nullement démontrées, on a dû imaginer autre chose.

Difficulté que présente cette théorie.

Fibres musculaire descendant des oreillettes sur les valvules.

Baumgarten [2] et, après lui, E.-H. Weber [3] ont pensé résoudre le problème de la manière suivante : Le ventricule distendu par la systole auriculaire ne se contracte pas immédiatement. L'élasticité de ses parois se manifeste seule d'abord ; elle est assez forte pour

Baumgarten. Weber.

Elasticité des parois ventriculaires.

[1] Kuerschner, *loc. cit.*, p. 59.

[2] Baumgarten, *Dissert. de mechanismo quo valvulæ venosæ cordis clauduntur*, mars 1843.

[3] E.-H. Weber, *Prag. Viertelj.*, t. III, p. 105, 1848.

refouler en haut les valvules, qui, baignant dans le sang, ont de la tendance à se relever, sans que par là le sang soit refoulé dans l'oreillette. Quand ensuite la systole arrive, les valvules ont déjà une position telle qu'elles ferment les orifices.

Faible poids spécifique des valvules.

Et Baumgarten insiste sur le faible poids spécifique des valvules, qui leur permet de flotter et de se relever sous une très-faible pression.

Halford.

Ces idées ont été acceptées par Halford[1]; cet auteur soutient que le soulèvement des valvules est opéré par la contraction de l'oreillette qui distend le ventricule, et qu'il existe déjà au moment où celui-ci entre en systole. Il a reconnu d'ailleurs que les bords des valvules ont de la tendance à s'enrouler vers le haut, ce qui serait dû au tissu élastique qui y est contenu. Les recherches de Broadbent sur le cœur du bœuf lui ont montré, en effet, sur la face supérieure des valvules, une couche élastique dont les fibres se dirigent principalement du bord adhérent vers le bord libre des valves, et qui leur donne une tendance à s'enrouler sur leur face supérieure.

Tendances des valvules à s'enrouler, Recherches de Broadbent.

Fibres élastiques sur la face supérieure des valvules.

Funke.

O. Funke[2], dans son *Manuel de physiologie*, expose simplement les idées de Kuerschner, modifiées par Weber.

Tandis que la théorie de l'occlusion passive règne en France, celle de Kuerschner est acceptée presque exclusivement en Allemagne. Enseignée par Ludwig[3], elle est résumée très clairement par Küss[4] : « Quand le ventricule se contracte, les muscles papillaires entrent aussi en action. On avait admis autrefois que ces muscles et leurs tendons serviraient à empêcher la prétendue valvule de trop se redresser sous l'effort rétrograde du sang et de se retourner à l'envers dans la cavité de l'oreillette. Mais le fonctionnement est tout autre, car *en introduisant le doigt vers la région auriculo-ventriculaire au moment de la systole ventriculaire, on voit que l'espèce d'entonnoir qui pend de l'oreillette* dans le ventricule continue à exister. De la contraction des muscles papillaires,

Ludwig.

Küss.

L'entonnoir valvulaire qui pend dans le ventricule existe pendant la systole de ce dernier.

[1] Halford, On the times and manner of closure (*Medical Times*, p. 519, 1861, et *Schmidt's Jahrb.*, t. CXXI, p. 113, 1863).

[2] O. Funke, *Lehrbuch der Physiologie*, 5e édit., t. I, p. 59 à 61, 1857.

[3] Ludwig, *Lehrb. der Physiologie*, t. II, p. 61, 1856.

[4] Küss, *Cours de physiologie*, rédigé par M. Duval, p. 149, 1872.

il résulte d'abord l'allongement du cône auriculaire, dont ensuite les bords libres se rapprochent. En même temps que ce cône creux descend dans le ventricule, les parois de celui-ci se contractent, se rapprochent de lui, de sorte que l'appareil auriculo-ventriculaire agit comme *une espèce de piston creux*, qui pénètre dans le ventricule, se rapproche de ses parois, en même temps que ces parois se rapprochent de lui, et c'est ainsi que le ventricule arrive à se vider complètement, le contact devenant parfait entre ses parois et le prolongement auriculaire. Küss admet même un effet d'*aspiration* produit, grâce à ce mécanisme, par l'oreillette sur le sang veineux.

Piston creux qui descend dans le ventricule.

Aspiration du sang par l'oreillette.

Nous avons vu que la disposition et les connexions des piliers du cœur rendent cette théorie tout à fait inacceptable ; mais il n'en est pas moins vrai que Küss avait parfaitement observé l'abaissement des valvules au moment de la systole ventriculaire.

Cette même théorie est exposée avec plus de détails par Friedreich[1] :

Friedreich.

« Quand, dans la diastole ventriculaire, le sang afflue des oreil-
« lettes sous la pression hydrostatique normale, à mesure que les
« ventricules se remplissent, les voiles des valvules veineuses
« commencent à se relever un peu; car, en raison de leur faible
« *pesanteur spécifique*, elles ont de la tendance à nager dans le
« liquide des ventricules et forment un entonnoir environné de tous
« côtés par le sang du ventricule, entonnoir ouvert par le bas, et
« dont la base est représentée par les insertions des valvules. Dans
« cette position, les portions centrales des valvules sont un peu
« voûtées vers le milieu du ventricule, mais leurs bords sont ren-
« versés en dehors ou recroquevillés vers les parois du ventricule;
« en même temps les petits fils tendineux qui s'insèrent vers le
« bord libre des valvules sont relâchés. » (Baumgarten.)

Tendance des valvules à nager dans le sang.

« C'est ainsi que se comportent les valvules veineuses immédiate-
« ment avant la contraction des oreillettes. Maintenant commence
« la courte contraction de l'oreillette, précédant la systole du ven-
« tricule (présystole de Gendrin), contraction par laquelle une
« quantité de sang déterminée est encore poussée avec une cer-
« taine énergie dans le ventricule déjà plein. Celui-ci se dilate par

[1] Friedreich, *Traité des maladies du cœur*, trad. franç., p. 31, 1873.

« conséquent autant que possible, et l'augmentation de tension du « sang entre les valvules et la surface ventriculaire distend toutes « les parties de la valvule, déroule ses bords, rend l'entonnoir « valvulaire plus horizontal et fait fermer les valvules. D'après « cela, on peut admettre que les valvules sont déjà amenées à « l'occlusion par la systole des oreillettes (Baumgarten, Nega), ce « que démontrent aussi des expériences directes. »

Les valvules sont fermées déjà par la systole de l'oreillette.

« Maintenant commence la contraction des ventricules. Aussitôt « les valvules déjà fermées sont mises dans un état de tension ra- « pide et considérable par la force de pression du sang, les fils « tendineux sont de même tendus par la contraction des muscles « papillaires ; mais à mesure que la systole ventriculaire s'avance, « il doit s'opérer certaines modifications dans la position des val- « vules qui sont closes et tendues. La contraction des muscles « papillaires devient si forte qu'ils se retirent complètement dans « les parois du ventricule. Comme, par suite de cette disposition, « les fils tendineux sont d'un côté tirés vers le bas, ils restent d'un « autre côté à l'état de tension par la force du sang qui presse sur « la face inférieure des valvules, et en même temps, grâce à la « disposition très importante en vertu de laquelle un seul et même « muscle papillaire envoie des fils tendineux aux bords tournés « l'un vers l'autre de deux pointes valvulaires voisines; ces bords « sont tirés l'un vers l'autre par la contraction des muscles papil- « laires, et il se fait ainsi une occlusion d'autant plus solide et plus « complète. Mais il est facile de voir que, à mesure que le raccour- « cissement des muscles papillaires augmente, les valvules fermées « doivent être tellement tirées vers le bas, contre les parois du « cœur et dans la lumière des ventricules que, la systole conti- « nuant son cours. il se forme un cône creux, rempli du sang de « l'oreillette et proéminant dans le ventricule, sorte d'axe autour « duquel se resserrent concentriquement les parois du ventricule. » (Kuerschner, Purkyně, Nega.)

Elles sont tendues fortement par la pression sanguine déterminée par la systole ventriculaire.

Le raccourcissement des muscles papillaires tire les valvules en bas. Formation d'un cône creux rempli de sang de l'oreillette.

« Comme, par ce mécanisme, les valvules, pendant la systole « ventriculaire, ne restent pas du tout tendues horizontalement « devant l'ostium, mais sont tirées dans la cavité du ventricule « sous forme d'un entonnoir ouvert en haut, il y a production des « effets les plus favorables à la circulation du sang, et quelques

« phénomènes ultérieurs trouvent leur explication dans ce mode « d'action des valvules. Ainsi le sang contenu dans les ventricules « n'est pas seulement comprimé, pendant la systole complète, par « les muscles de la cavité; il l'est encore par les voiles des valvules « qui sont fortement tirées en bas à ce moment, et il est forcé de se « mouvoir vers les orifices artériels. Ainsi donc, le mode de mou- « vement valvulaire décrit est un agent de soutien pour réaliser « l'évacuation des ventricules et augmenter la force avec laquelle « le sang est poussé dans les artères. Mais, d'un autre côté, cette « descente des valvules sous forme d'un entonnoir qui se remplit « du sang de l'oreillette, permet seule que le sang qui coule des « veines caves dans l'oreillette conserve un courant continu et qu'il « n'y ait pas chaque fois une stagnation systolique du sang dans « l'oreillette, parce que, en raison de la formation de cet entonnoir, « une partie du sang de l'oreillette descend à chaque systole ven- « triculaire dans l'intérieur du ventricule. En outre, cela explique « pourquoi à chaque systole les ventricules sont à même de se « vider assez complètement de leur contenu, sans se contracter jus- « qu'à disparition de leur cavité, et pourquoi ils conservent tou- « jours, même à la fin de la systole, un volume notable, ce qui ne « pourrait pas exister si cet entonnoir ne remplissait pas leur inté- « rieur. Enfin, cela explique encore la nécessité de la longueur et « de la largeur de chacune des valvules, telles qu'elles sont con- « formées, dimensions qui paraîtraient sans utilité si les valvules « devaient fermer l'ostium horizontalement, mais qui semblent « manifestement constituées en vue de la formation d'un pareil « entonnoir. Mais, dès que la diastole des ventricules commence et « que, par la cessation de la contraction des muscles papillaires, « cesse aussi la force qui maintenait les valvules veineuses en « forme d'entonnoir, cet entonnoir s'ouvre sous la pression de la « colonne sanguine qui provient de l'oreillette ; le sang qu'il « contient pénètre librement dans l'intérieur de la cavité, et, « pendant qu'une plus grande quantité de sang descend de l'oreil- « lette et produit l'accroissement de la diastole, les voiles des « valvules veineuses commencent déjà à s'élever de la manière « décrite au paragraphe précédent, et le jeu recommence de nou- « veau. »

Le sang du ventricule est comprimé par les parois ventriculaires et par les valvules tirées en bas.

Le sang de l'oreillette coule dans l'entonnoir pendant la systole ventriculaire.

Évacuation assez complète du ventricule, qui conserve néanmoins un volume notable.

Nécessité des grandes dimensions des valves.

Les valvules commencent à se relever dès que la systole ventriculaire cesse.

Vierordt.

C'est aussi à la théorie de Kuerschner que se rallie *Vierordt*[1] :

« Au moment de la systole, les valvules auriculo-ventriculaires, en même temps que les bords opposés des valves, sont intimement adossés, descendent dans la cavité ventriculaire et limitent par là un espace conique, qui devient de plus en plus grand dans le cours de la systole, espace dans lequel le sang afflue ; en d'autres termes, la cavité auriculaire s'agrandit considérablement aux dépens de la cavité ventriculaire et devient par là apte à recevoir plus de sang des veines... Les muscles papillaires se racourcissent, et par leurs filaments tendineux *tirent les valvules vers la pointe du cœur*, en même temps que l'occlusion valvulaire persiste. »

Donders.

Incertitudes.

L'article consacré par Donders au mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires trahit les incertitudes que ce sujet a laissées dans l'esprit de cet éminent physiologiste.

« Pendant la contraction précédente des ventricules, dit-il[2], les valvules veineuses avaient été tirées en bas par le raccourcissement des muscles papillaires. Il en résulte que les orifices veineux sont ouverts pendant la diastole des oreillettes et que le sang peut immédiatement passer dans le fond des ventricules, à travers le cylindre creux des valvules. Quand ensuite la contraction des muscles papillaires cesse avec celle des ventricules, les valvules pendent de nouveau lâchement en bas, elles sont baignées par le sang et ont déjà, par là même, une tendance *à se relever* vers les orifices veineux... »

Tendances des valvules à se relever pendant la diastole ventriculaire.

« Les ventricules sont-ils distendus au plus haut point, ils se contractent aussitôt avec une grande force. Par suite, le sang est soumis à une pression qui pousse les pointes des valvules mitrale et tricuspide les unes vers les autres, en même temps que les filaments tendineux par lesquels ils sont unis aux muscles papillaires empêchent leur renversement dans les oreillettes ou même les tiennent abaissées.

La pression systolique du sang pousse les valves les unes vers les autres.

« A mesure que les ventricules se vident, les valvules veineuses sont tirées plus profondément dans leur intérieur par les muscles papillaires encore toujours contractés, et peut-être la dernière goutte de sang du ventricule gauche est-elle poussée *entre la valvule*

Pendant que les ventricules se vident, les valvules sont tirées dans leur cavité.

[1] Vierordt, *Physiologie des Menschen*, 4e édit., p. 120 et 121, 1874.
[2] Donders, *Physiologie des Menschen*, trad. de Theile, t. I, p. 37 et 38, 1856.

tirée en bas et la cloison interventriculaire. Mais déjà, à ce moment, le sang coule de nouveau des oreillettes dans les cavités ventriculaires par le canal cylindrique des valvules veineuses. »

Dans les notes annexées à cet article, Donders, après avoir exposé comparativement les idées de Baumgarten et Weber et celles de Reid, avoue que le choix entre ces deux théories n'est pas facile. Cependant, considérant que la contraction des ventricules suit de si près celle des oreillettes qu'il n'y a point entre elles d'intervalle pendant lequel la prétendue élasticité des parois ventriculaires pourrait se manifester, il incline vers les idées de Reid. « Si, dit-il, les muscles papillaires, dès le commencement de la systole, disparaissent presque complètement dans la substance musculaire du cœur, les bords des valves doivent être tirés en bas et l'un vers l'autre. Si ensuite le sang vient exercer une pression sur la face ventriculaire des valves, il résulte nécessairement de ces deux forces une occlusion complète, avec formation d'une cavité conique ouverte vers le haut[1]. »

L'élasticité des parois ventriculaires ne peut se manifester.

Formation d'une cavité conique, ouverte en haut.

La théorie de Kuerschner est légèrement modifiée par Schœmaker[2]; se fondant sur le mode d'insertion et sur le degré de tension des cordages, cet auteur soutient que l'occlusion est en partie active, en partie passive. Dans la systole, la portion adhérente (la base) des valvules est tendue par la contraction simultanée des muscles papillaires, tandis que la portion inférieure reste flottante. L'anneau fibreux, tendu par la valvule, se rétrécit ; alors le sang, exerçant une pression sur la portion flottante, la refoule en dedans, sous la forme de coupole. La valve aortique, étant plus longue et plus mobile que l'autre, doit aussi, suivant Schœmaker, être plus refoulée que cette dernière et l'*envelopper* en quelque sorte.

Schœmaker.

La théorie Kuerschner sert de base aux études des anatomo-pathologistes et des médecins allemands.

« Pendant la diastole du cœur, dit Rosenstein, les valvules « cuspides pendent flasques dans les ventricules, sous la forme « d'un cône creux. Peu à peu, la pression augmentant dans l'inté- « rieur des ventricules, sous l'influence de la tension élastique de

Rosenstein.

[1] Donders, *loc. cit.*, p. 40.

[2] Schœmaker, Over het onlstaan van den eersten toon, etc. (*Ned Tydschr. v. Geneesk*, t. IV, p. 449, 1860, et *Schmidt's Jahrb.*, p. 42, 1864).

« leurs parois et surtout par suite de la contraction des oreillettes, « les valves se rapprochent jusqu'au contact. En même temps que « la systole commence, a lieu la contraction des muscles papil- « laires. Mais chacun de ces muscles donne des cordages tendi- « neux aux bords libres correspondants de deux valves voisines, « et si, dès avant le début de la systole, les valves sont arrivées au « contact, la tension des cordages par les muscles papillaires con- « tractés quand la systole commence, les rapproche encore plus « étroitement, jusqu'à l'occlusion, et non seulement les empêche « d'être refoulées dans l'oreillette, mais encore, au lieu de les tenir « étendues horizontalement au-devant de l'orifice du ventricule, « les attire en cône dans l'intérieur de ce dernier [1]. »

Plus j'examine la théorie de Kuerschner, moins cette conception me parait heureuse. Participant à la fois de la théorie de l'occlusion passive et de celles qui tiennent compte de la contraction des piliers, elle réunit les vices de la première et les incertitudes des secondes.

Vices de la théorie de Kuerschner.

La prétendue élasticité des parois ventriculaires, qu'on charge de soulever et de rapprocher les valves, ne repose absolument sur rien, comme Donders l'avait fait déjà remarquer. D'ailleurs, en admettant qu'elle intervienne véritablement, on serait forcé de convenir qu'elle ne peut être mise en jeu que par la distension exagérée du ventricule. Il suffirait donc que la quantité de sang fournie par l'oreillette fût un peu diminuée, pour que le début de la systole ventriculaire trouvât les valves abaissées, d'où reflux considérable vers l'oreillette.

Aussi n'est-il pas surprenant de constater qu'elle est en opposition formelle avec l'observation rigoureuse.

En examinant les tracés de la page 79, on s'assure :

Elle est contredite par l'observation.

1° Que la systole auriculaire exerce sur le contenu de l'oreillette une pression brusque, qui arrive d'emblée à son maximum et disparait tout aussi rapidement;

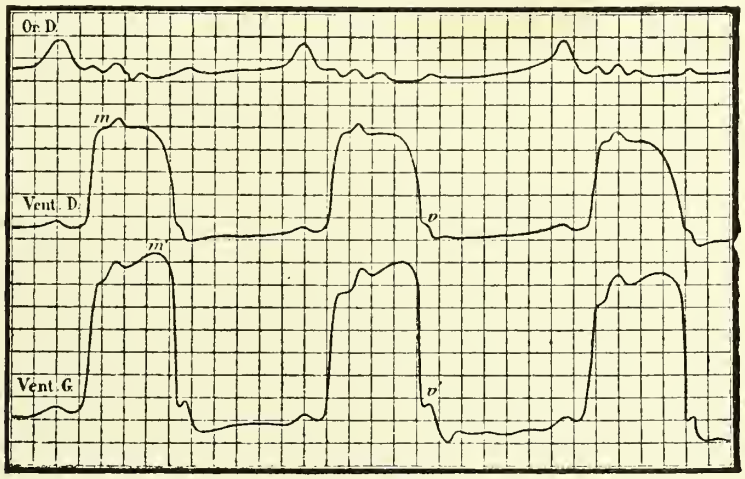
2° Qu'il n'y a point, à la fin de cette systole, une contraction plus violente qui aurait pour effet de distendre le ventricule au delà de sa capacité naturelle, en mettant en jeu l'élasticité de ce dernier, comme le voudrait la théorie de Kuerschner;

[1] Rosenstein, *Maladies de l'appareil circulatoire*, p. 16, 1876.

3° Que la systole ventriculaire n'est pas précédée d'une augmentation de pression, due à la contraction auriculaire et à l'élasticité des parois ventriculaires qu'elle mettrait en jeu, augmentation qui aurait pour effet de soulever les valvules auriculo-ventriculaires;

4° Que le début de cette systole des ventricules, marqué par l'origine de la ligne ascendante qui la traduit, correspond à un moment où l'oreillette est revenue à l'état de diastole;

5° Que la contraction du ventricule est subite, pour ainsi dire, et que son contenu repasserait en grande partie dans l'oreillette si l'orifice auriculo-ventriculaire n'était fermé *simultanément* et avec



Tracés de l'oreillette droite, du ventricule droit et du ventricule gauche (emprunté à l'article cœur de MM. Chauveau et Arloing.

la même rapidité; que la pression intra-ventriculaire arrive d'emblée à son maximum, pour atteindre et dépasser celle du sang dans l'aorte.

Du reste, MM. Chauveau et Arloing ont constaté « que la systole « auriculaire ne communique au sang qu'une faible impulsion, car « le doigt engagé dans l'oreillette jusqu'au niveau de l'orifice auri- « culo-ventriculaire sent à peine le frottement du liquide qui « descend dans le ventricule. On peut encore en juger par l'expé- « rience qui consiste à inciser la pointe du cœur, de façon à ouvrir « les deux ventricules; on constate que le sang s'échappe sim-

« plement en nappe pendant la systole auriculaire » (*loc. cit.*, p. 332).

Forcé de renoncer à l'élasticité de la paroi ventriculaire et pressé par le besoin de relever les valvules avant le début de la systole des ventricules, on s'est rejeté sur la texture musculaire des valvules.

Rollett.

On serait, à la vérité, bien embarrassé de dire quelle est au juste l'opinion à laquelle s'est arrêté Rollett, auteur de la partie relative à la *circulation sanguine* du *Manuel de physiologie* de Hermann (t. IV, 1re partie, 1880), si l'on se bornait à consulter le chapitre concernant le jeu des valvules du cœur, attendu que ce chapitre se termine ainsi (*l. c.*, p. 164) : « Nous ferons remarquer seulement que les vues exposées en dernier lieu sur les phénomènes de l'occlusion valvulaire (abaissement systolique des valves, sans soulèvement préalable) rendent impossible toute explication touchant le rôle des muscles propres des valvules auriculo-ventriculaires. Nous réserverons donc notre jugement sur ces opinions contradictoires pour le chapitre qui traitera de la manière dont le cœur provoque l'afflux du sang dans sa cavité et l'expulsion de ce liquide dans les artères. »

Contraction présystolique des muscles propres des valvules.

Or, nous avons cherché en vain ce jugement dans la suite de l'ouvrage. Toutefois, en la lisant, on acquiert la conviction que Rollett est resté fidèle à la théorie de Kuerschner, agrémentée, non plus de *l'élasticité préventive* des parois ventriculaires, qui ne lui paraissait pas soutenable, mais de la *contraction présystolique des fibres musculaires propres des valvules*, qui demanderait, pour être admise, une foi non moins robuste. Ces fibres musculaires, signalées déjà par Reid, Kuerschner, Valentin, Gegenbauer, avaient été décrites de nouveau par Paladino, dans un travail[1] dont nous allons résumer les principaux points.

Leur origine.

Ayant examiné au microscope de nombreux cœurs d'hommes et d'animaux, Paladino retrouva dans les valvules auriculo-ventriculaires les fibres musculaires qui avaient été cherchées en vain par Luschka, Dondors et Kölliker. Ces fibres partent, chez l'homme, des oreillettes et des ventricules, pour se rendre dans les valvules. Celles qui viennent des ventricules sont les plus nombreuses et les

[1] G. Paladino, Contribuzione all'anatomia, istologia et fisiologia del cuore (*Movimento med. chirurg.* Napoli 1876; — et *Jahresb. der Anatomie und Physiologie*, pour 1876, t. V, p. 250, et II, p. 47).

plus fortes; elles gagnent la face inférieure des valves, en formant des faisceaux aplatis, plus considérables dans la tricuspide que dans la mitrale; ce sont des prolongements des fibres longitudinales de la paroi ventriculaire. Celles qui naissent des oreillettes sont des prolongements, nettement visibles, du myocarde, qui *s'étendent au tiers ou à la moitié des dentelures principales des valves*. Les fibres des valvules sont longitudinales et transversales.

Expériences sur les animaux vivants.

En outre, Paladino a fait des expériences sur deux chiens et sur une tortue et a pu s'assurer par la vue et par le toucher que l'occlusion des valvules était déterminée *activement* par la musculature circulaire et longitudinale des valves vers la fin de la systole auriculaire, la contraction passant directement des oreillettes aux valvules, qui sont en continuité musculaire avec elles. Il conclue de là que les valvules sont d'abord soulevées par la contraction de leurs fibres musculaires propres; cette contraction les détache de la paroi ventriculaire, contre laquelle elles étaient appliquées, les plonge dans le sang et permet à la systole ventriculaire, dès son début, de compléter l'occlusion.

Admettant comme démontré tout ce qui est avancé par Paladino, et remplaçant l'élasticité des parois ventriculaires par la contraction des fibres musculaires des valvules, Rollett s'exprime ainsi :

« Mais figurons-nous que la valvule, par l'un ou l'autre mé-
« canisme soit, au début de la systole, déjà fermée ou portée au-
« devant de l'orifice dans la position la plus favorable à l'occlusion,
« il s'ensuit que les muscles papillaires, dont l'action coïncide avec
« la systole, peuvent tirer la valvule dans l'intérieur du ventricule.
« En raison du rapprochement latéral des muscles papillaires, les
« valves se rapprocheront également et les cordages tendineux
« seront disposés comme si d'un point de la paroi ventriculaire ils
« divergeaient vers le *limbus cordis*. Au-dessus des valvules il se
« formera dès lors un espace conique et on s'explique comment il
« se peut que le ventricule se vide complètement dans la systole [1]. »

Même en acceptant comme parfaitement exactes les observations histologiques et expérimentales de Paladino, qui demandent confirmation, on ne saurait se refuser à accorder qu'il se produirait,

[1] Rollett, *loc. cit.*, p. 133.

dans ce cas, un reflux considérable vers l'oreillette au début de la systole ventriculaire, attendu que le tissu musculaire, ne s'étendant pas au delà du tiers ou de la moitié adhérente des valves, laisserait flasque et pendante au moins toute leur moitié libre.

J'ajouterai que Rollett affirme sans raison que la valvule tricuspide et la valvule mitrale fonctionnent exactement de la même manière et qu'il me prête à tort l'opinion que, dans l'expérience de Lower, l'occlusion reste *toujours* insuffisante [1].

Onimus.

A la suite de la théorie de Kuerschner vient se placer celle de M. Onimus, qui s'en éloigne considérablement, tout en présentant quelques points communs avec elle.

Les colonnes charnues maintiennent les orifices ouverts.

Dans un mémoire où ne manquent pas les vues ingénieuses, M. Onimus [2] soutient que les colonnes charnues du ventricule gauche étant réunies à la pointe et séparées supérieurement, doivent, par leur contraction, produire l'écartement de leurs extrémités supérieures et conséquemment écarter les valves. D'ailleurs, situées au-dessous des valvules, elles ne peuvent que tirer celles-ci en bas, suivant la direction de leurs fibres, ce qui, selon M. Onimus, a pour effet de *maintenir ouverts les orifices auriculo-ventriculaires*, et comme cette ouverture ne peut exister pendant la systole ventriculaire, il en conclut qu'il faut *a priori* admettre *l'effacement des orifices*, dont il cherche ensuite à démontrer la réalité et le mécanisme.

Effacement des orifices.

Usage des valvules.

Mais à quoi servent, dans cette théorie, les valvules qui garnissent les orifices auriculo-ventriculaires? Voici l'usage que leur assigne M. Onimus : la grande valve de la mitrale, qui sépare en deux la cavité du ventricule gauche, *est attirée directement en bas* et sert pour ainsi dire de paroi. Contre cette paroi membraneuse vient s'appliquer la partie supérieure de la paroi externe du ventricule gauche, et c'est ainsi que l'orifice auriculo-ventriculaire se trouve effacé. De plus, *elle protège l'orifice aortique et l'empêche d'être comprimé par la paroi externe, qui tend à se rapprocher de la paroi interne.* Elle a donc une double utilité : celle de protéger

Singulier usage des valvules.

[1] Rollett, *loc. cit.*, p. 162.

[2] E. Onimus, Études critiques et expérimentales sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires (*Journal de l'anatomie*, p. 356 et *passim*, 1865).

l'orifice aortique, et celle de présenter un plan résistant et uni sur lequel peut s'appliquer la paroi mobile du ventricule.

M. Onimus pense que les valvules, pendant la systole, sont énergiquement tirées en bas, ce qui ne saurait être mis en doute, et qu'elles *refoulent* vers la pointe le sang qui se trouvait au-dessous d'elles, en *décrivant un arc de cercle à concavité tournée vers les parois ventriculaires.* Par cette dernière conclusion, les idées de M. Onimus se rapprochent notablement de celles qui ont été soutenues par Kuerschner.

Elles refoulent le sang vers la pointe du cœur.

Je mentionnerai, enfin, l'opinion de Ranke[1], qui assimile les valvules auriculo-ventriculaires à des portions d'intestin appendues aux orifices correspondants. Si, après avoir fait couler de l'eau dans le ventricule, on comprime ce dernier, les bords libres du cylindre membraneux sont pressés l'un contre l'autre. « Dans l'occlusion, les valves ne s'étendent pas en surface devant l'orifice à fermer; les valves fermées limitent un espace conique ouvert dans l'oreillette, qui, ainsi, se prolonge dans le ventricule en forme de pointe. »

Ranke.

Cette forme des valvules ne saurait évidemment être produite que par la contraction des piliers.

[1] Ranke, *Physiologie des Menschen*, 2e édit., p. 398, 1872.

EXPLICATION DES FIGURES DES PLANCHES I A IV

Fig. 1. — Cavité ventriculaire gauche ouverte. Le pilier antérieur a été détaché et écarté, pour tendre autant que possible la valve droite de la mitrale (grossissement de 1/3).

Fig. 2. — Ventricule gauche ouvert. La valvule mitrale, les cordages et les piliers sont presque dans l'état où ils se trouvent pendant la systole.

Fig. 3. — Ventricule droit ouvert. La paroi externe a été divisée transversalement et relevée.

Fig. 4. — Même pièce, avant la section de la paroi externe.

Fig. 5. — Ventricule gauche d'un cœur de dindon, largement ouvert.

Fig. 6. — Cavité ventriculaire gauche du bœuf.

Fig. 7. — Cavité ventriculaire droite du chien. Valvule tricuspide à l'état d'occlusion.

Fig. 8. — Ventricule gauche de l'homme ouvert par la face postérieure du cœur, pour montrer la face externe de la valve gauche de la mitrale.

Fig. 9. — Ventricule droit de l'homme. Le pilier antérieur a été détaché et fortement relevé avec les deux valves externes de la tricuspide, ce qui permet de voir la valve intern .

Fig. 10. — Piliers du ventricule gauche.

Fig. 11. — Section transversale du cœur humain, au milieu de la hauteur des ventricules.

Fig. 12. — Section transversale d'un cœur de chien, à la même hauteur.

Fig. 13. — Cavité ventriculaire gauche, dont on a enlevé l'endoca de, pour permettre de voir la direction des fibres musculaires des piliers.

Fig. 14. — Fibres internes des parois ventriculaires gauches du cheval.

Fig. 15. — Cavité ventriculaire droite du chien. Les cordages tendineux des deux valves externes de la tricuspide ont été sectionnés, et ces valves relevées, pour permettre de voir la valve interne.

Fig. 16. — Fibres musculaires du cœur de cheval, un peu grossies.

Fig. 17. — Les mêmes fibres écartées les unes des autres, pour montrer mieux leurs anastomoses.

Fig. 18. — Disposition des fibres musculaires dans la région de la pointe du cœur, chez le cheval.

Fig. 19. — Valvule mitrale de l'homme, vue par sa face externe. Une section pratiquée sur la ligne médiane de la grande valve a permis d'étaler toute la valvule.

Fig. 20. — Valvule tricuspide de l'homme, vue par sa face externe. L'anneau valvulaire a été incisé à l'union de la valve antéro-externe avec la valve interne.

Fig. 21. — Valvule tricuspide du cheval étalée et vue par sa face interne. Une section a été pratiquée entre les deux valves externes.

Fig. 22. — Fibres musculaires de la face antérieure du cœur.

Fig. 23. — Fibres musculaires de la face postérieure du cœur.

Fig. 24. — Fibres musculaires du bord droit du cœur.

Fig. 25. — Fibres musculaires du bord gauche du cœur.

Fig. 27. — Section verticale et transversale du cœur, perpendiculaire à la cloison interventriculaire.

LÉGENDE

Ao., aorte.
A. p., artère pulmonaire.
O. g., oreillette gauche.
Au. g., auricule gauche.
V. g., ventricule gauche.
V. d., ventricule droit.
P. a., pilier antérieur.
P. p., pilier postérieur.
M. d., valve *droite* de la *mitrale*.
M. g., valve *gauche* de la *mitrale*.
T. e. a., valve externe et antérieure de la tricuspide.
T. e. p., valve externe et postérieure de la tricuspide.
T. i., valve interne de la tricuspide.
L. L., languettes accessoires des valvules.
A., grande arcade du bord libre de la valvule.
a. a., petites arcades du bord libre de la valvule.
C., muscle compresseur de la tricuspide, demi-sphincter de l'orifice auriculo-ventriculaire droit des oiseaux.
M., mamelon d'origine des cordages tendineux.
I, cordages de premier ordre.
II, cordages de deuxième ordre.
III, cordages de troisième ordre.

Paris. — Société d'imprimerie Paul Dupont, rue J.-J.-Rousseau. (G.) 174.5.83.

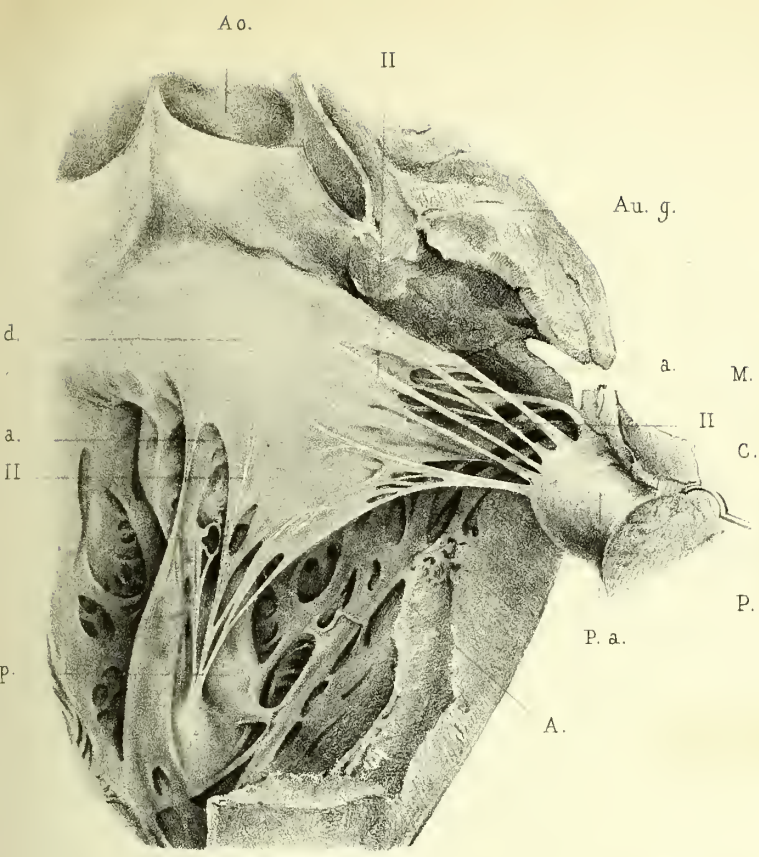


Fig. 1.

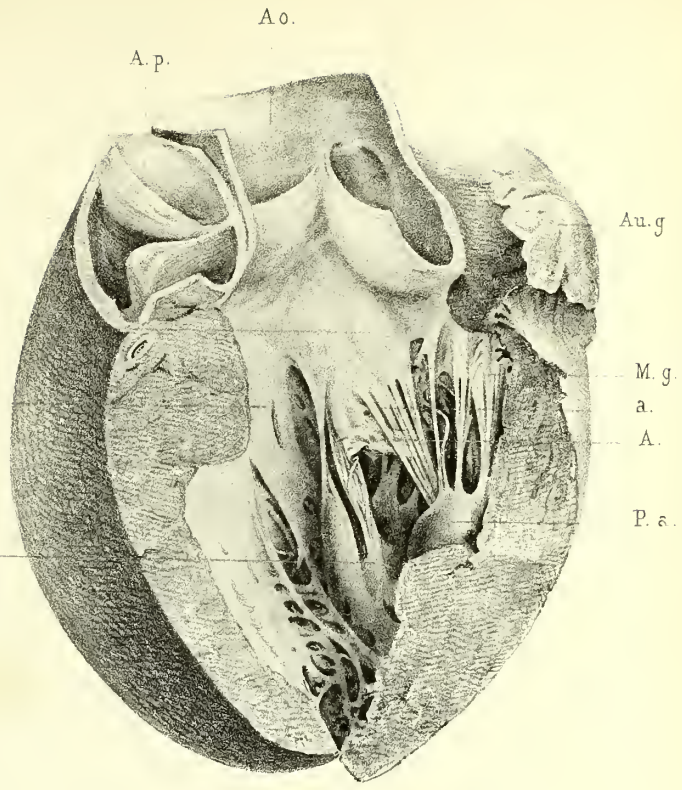


Fig. 2.

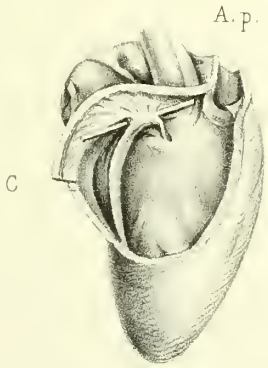


Fig. 5.

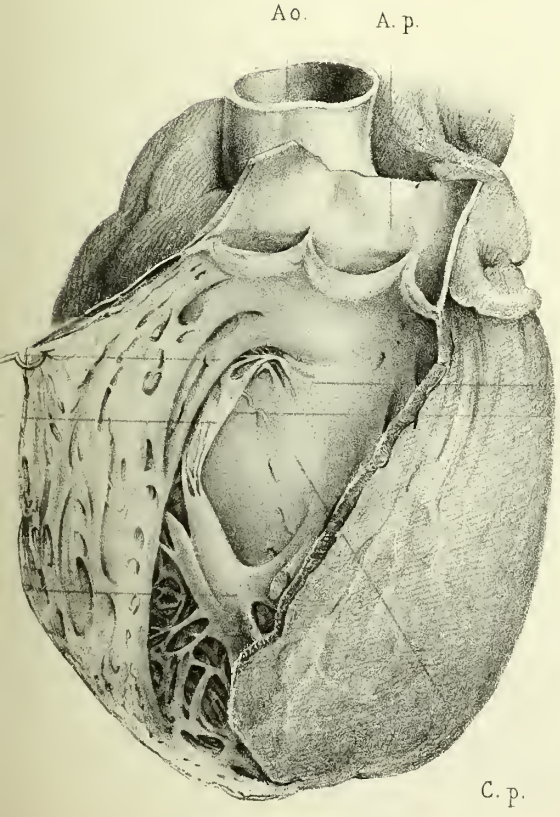


Fig. 4.

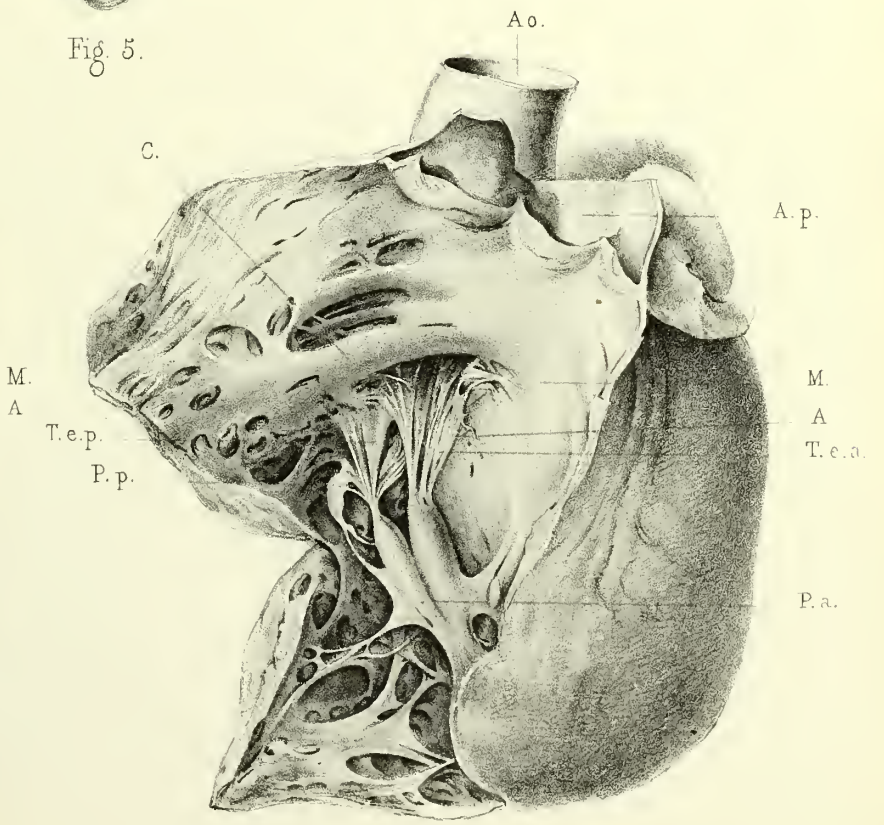


Fig. 3.

icher del.

Imp. Becquet, Paris.

A. Karmanski lith.

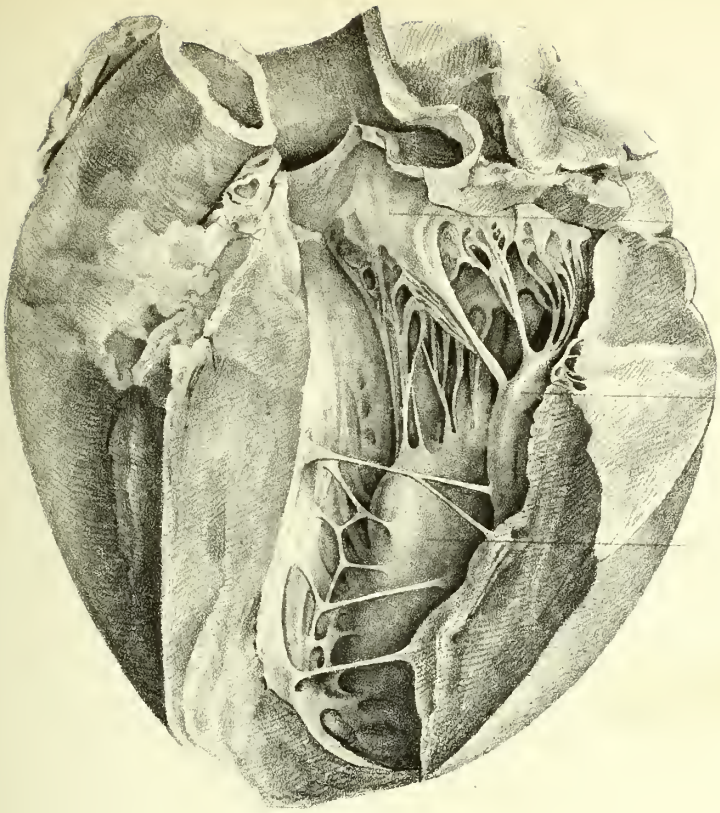


Fig. 6.

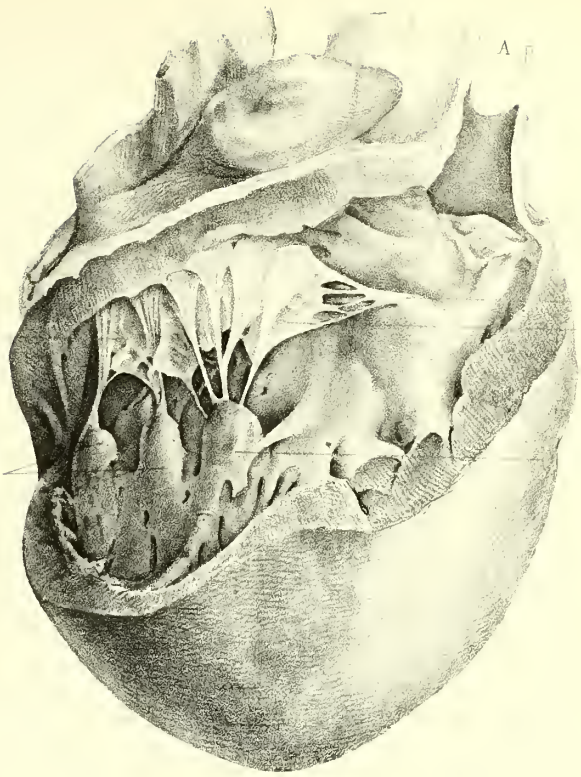


Fig. 7.

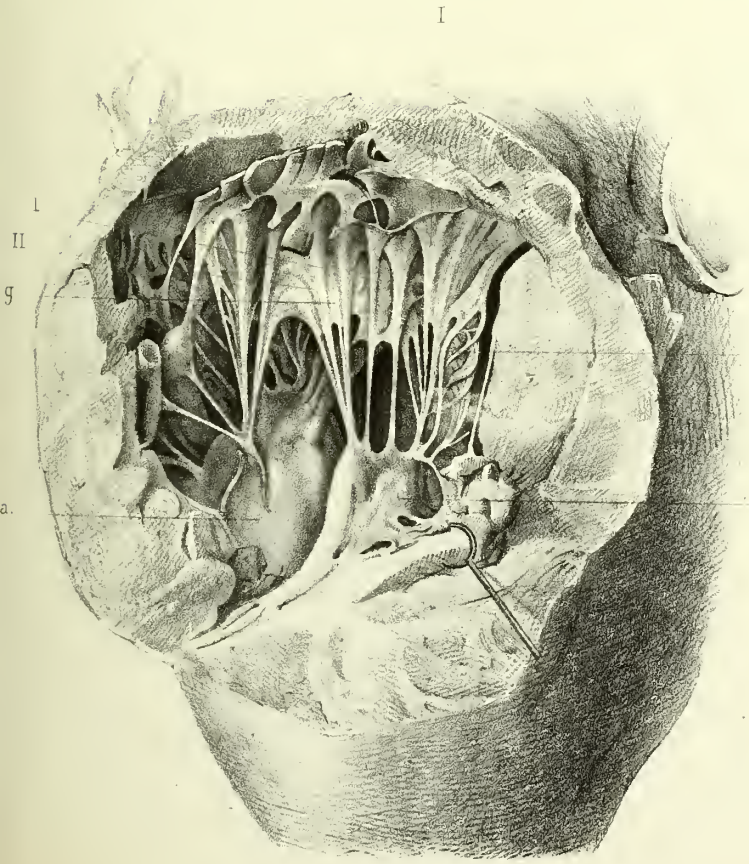


Fig. 8.

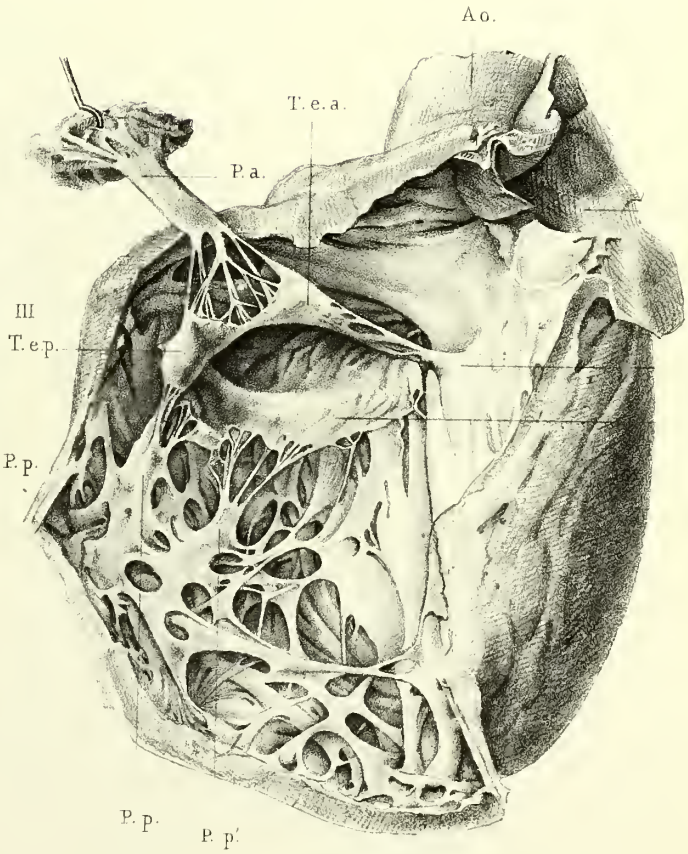


Fig. 9.

P. Richer del.

Imp. Pecquet, Paris

A. Karmanski lith.

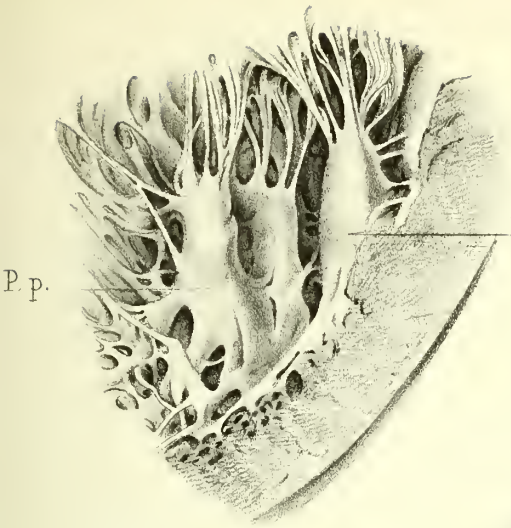


Fig. 10.

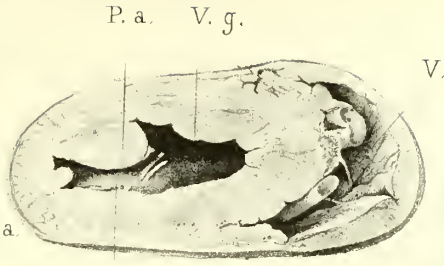


Fig. 12.

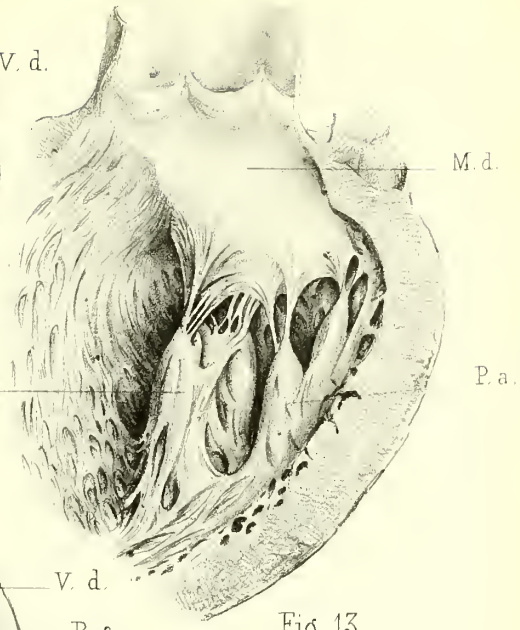


Fig. 13.

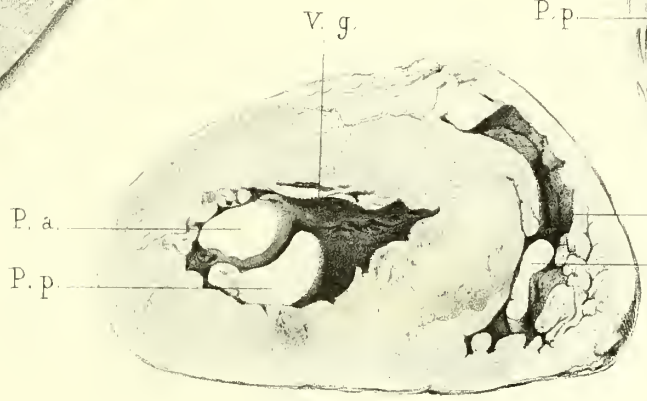


Fig. 11.

Fig. 16.

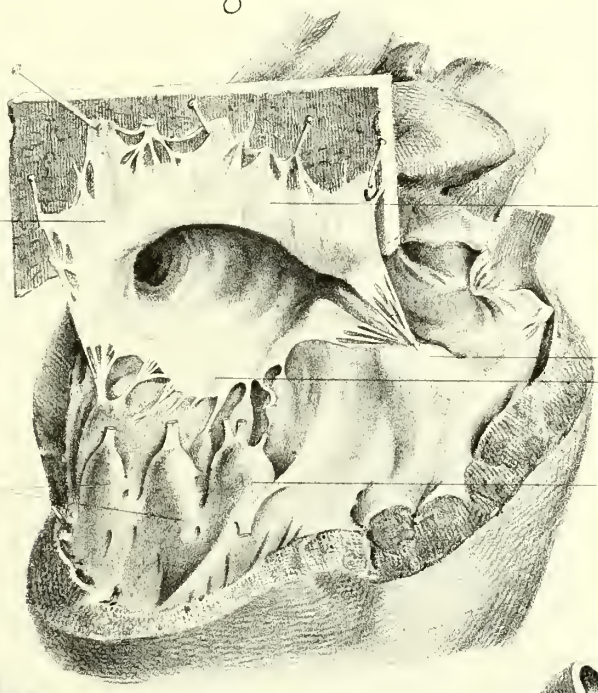


Fig. 15.

Fig. 17.

Fig. 18.

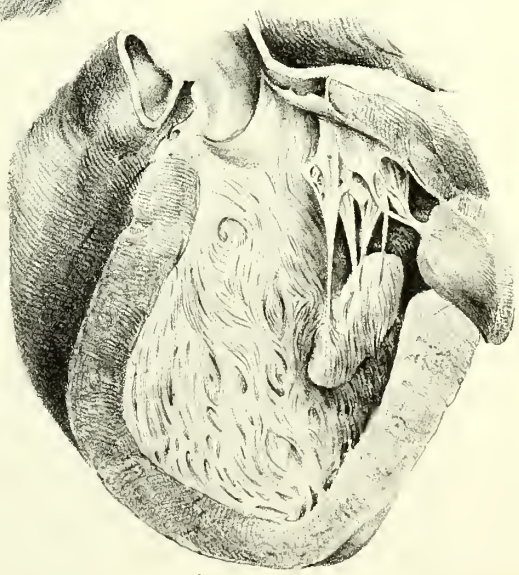


Fig. 14.

Fig. 19.

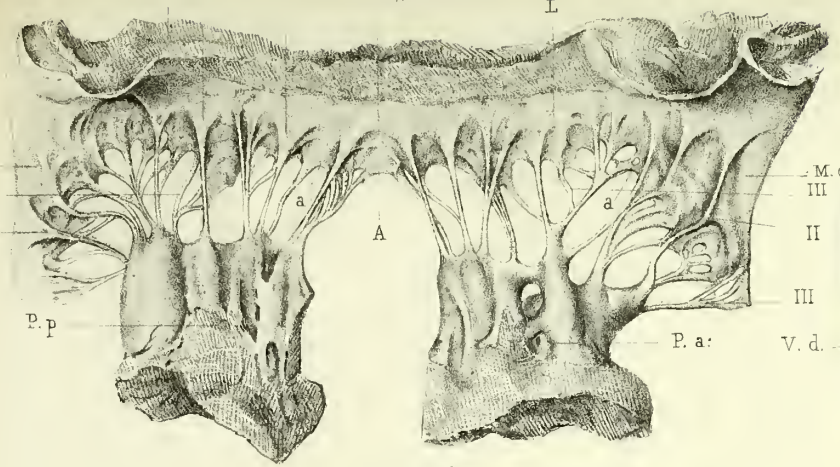


Fig. 21.

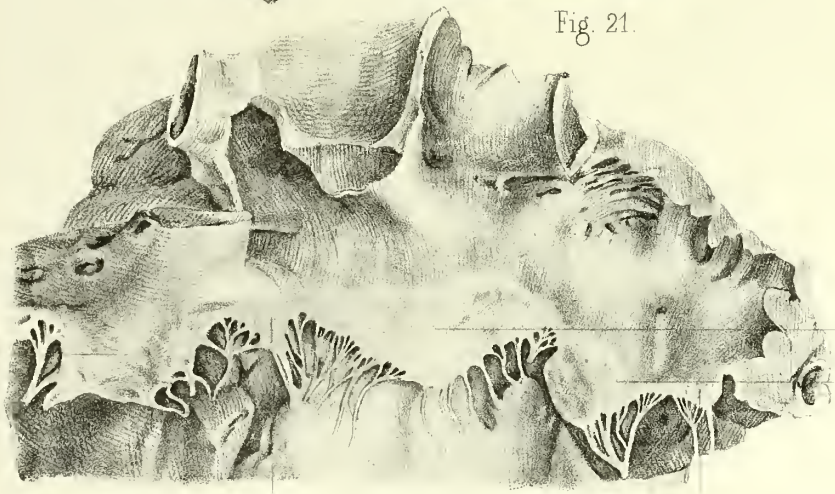
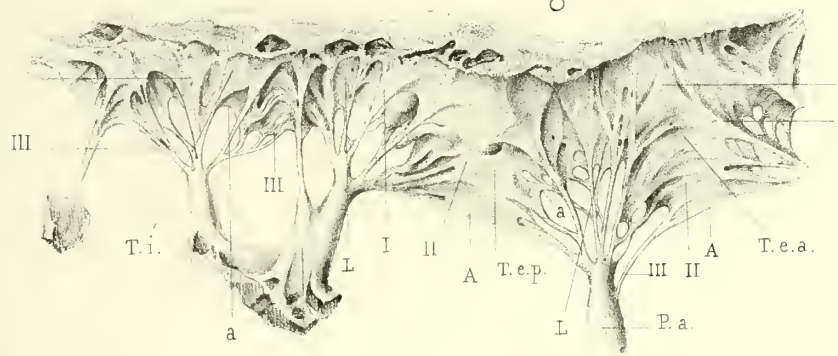


Fig. 20.



A. Karmanski lith

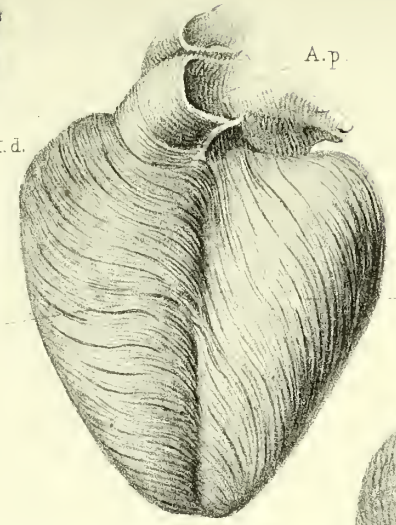
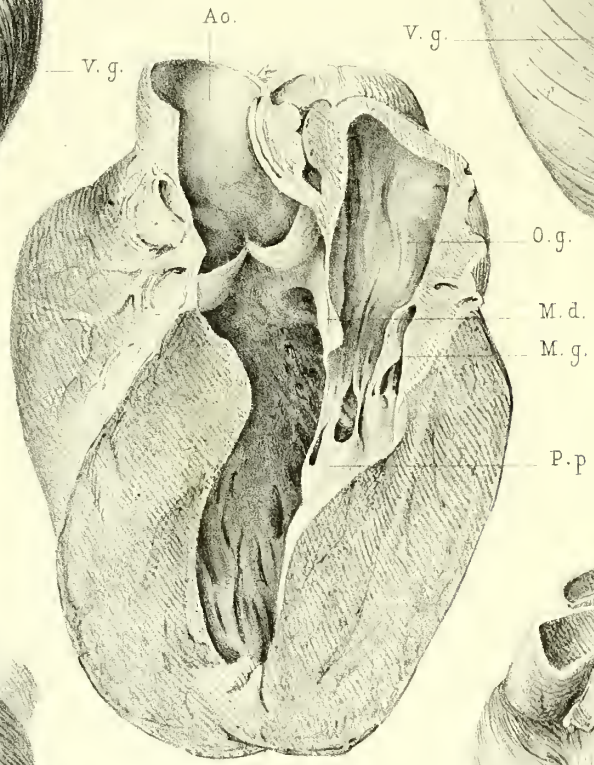


Fig. 22.

Fig. 26.



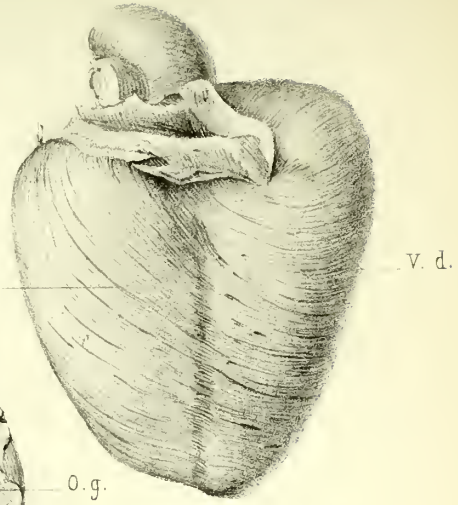
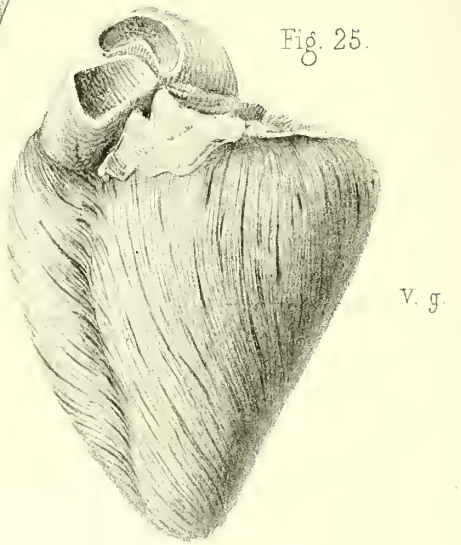


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.



Imp. Becquet, Paris.

P. Richer del.